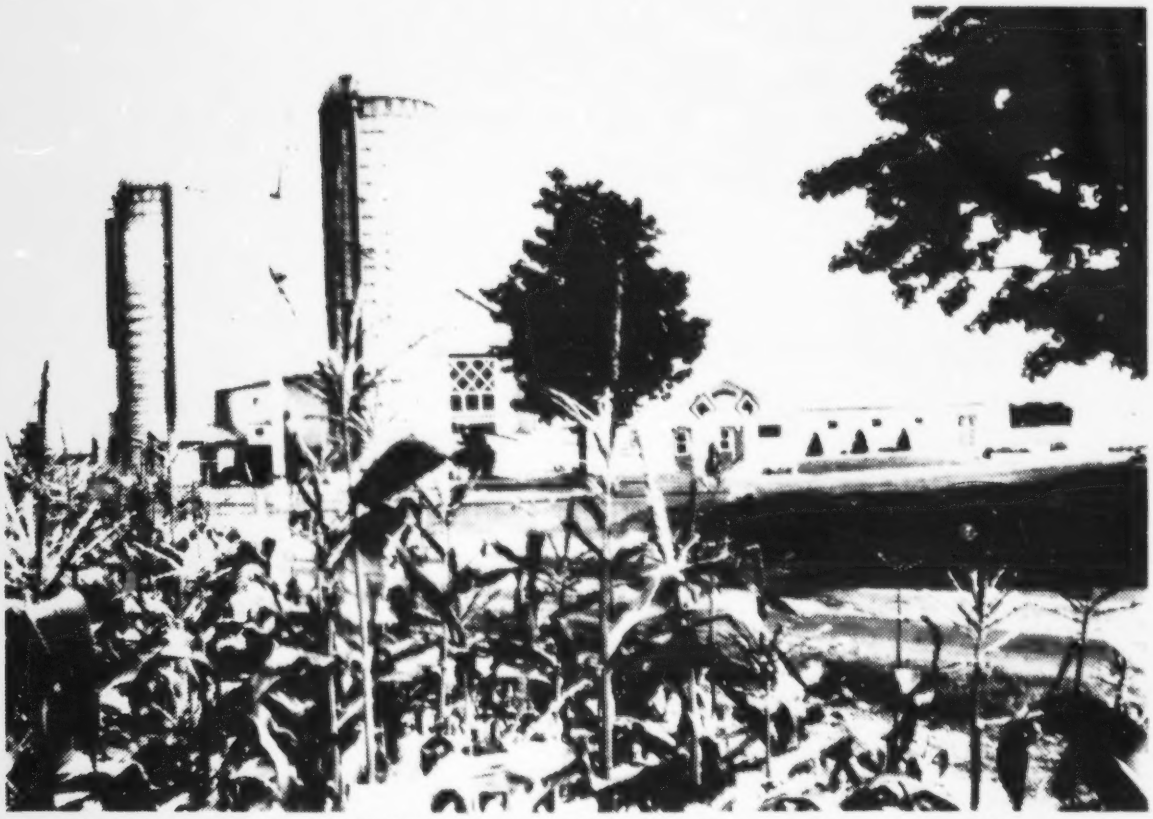
ODEURS DE PORCHERIES

Optimisation du laveur à colonne garnie



Ferme Reynold, Saint-Charles-de-Bellechasse. Médaille d'or de l'Ordre du mérite agricole 1987

Québec

89-03048/

ODEURS DE PORCHERIES
OPTIMISATION DU LAVEUR A COLONNE GARNIE

PAR

DENIS MORISSETTE, INGÉNIEUR

CENTRE DE RECHERCHE INDUSTRIELLE DU QUÉBEC

POUR LE

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES
PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION DU QUÉBEC

ISBN 2-551-12002-0
Dépôt légal - 3e trimestre 1987
Bibliothèque nationale du Québec

AVANT-PROPOS

Le Service du génie du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec a confié au Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ) le mandat de réaliser une étude sur l'optimisation du laveur à colonne garnie suite au projet de réduction des odeurs de porcheries.

Nous tenons à remercier pour leur précieuse collaboration.

M. Pierre-Julien Bernier, ing.
Agriculture, Pêcheries et
Alimentation du Québec
Tél.: (418) 643-7597

MM. Denis Morissette, ing.
Maurice Cauchon, tech.
Sylvain Allard, tech.

Centre de Recherche industrielle du Québec
Tél.: (418) 659-1550

Nous remercions également monsieur Bertrand Blais, producteur agricole, de Saint-Henri de Lévis pour avoir gracieusement mis à notre disposition son bâtiment et une partie de son terrain incluant les services en eau et en électricité pour effectuer les essais.

FÉVRIER 1985

RÉSUMÉ

Afin de réduire les mauvaises odeurs émises par la ventilation des porcheries, nous avons été chargés par le MAPAQ d'optimiser le laveur à colonne garnie avec circulation d'eau, une des trois techniques initialement mises à l'essai à la ferme de monsieur Bertrand Blais à St-Henri-de-Lévis.

Une partie du laveur muni d'une grande épaisseur de garnissage (31 po), de gicleurs à cible et fonctionnant à contre-courant a permis une réduction d'odeur d'environ 80%. Ce rendement élevé implique toutefois une pression statique trop élevée pour les ventilateurs existants (supérieure à 0,4 po H_2O) et de plus, le nettoyage du garnissage normalement requis aux 6-8 semaines pour éviter une réduction du débit d'air s'avère problématique dû à l'arrangement physique de ce type de laveur.

D'autre part, la longue section verticale du laveur munie d'une épaisseur de garnissage de 15 po, de gicleurs à cible et fonctionnant à courant-croisé a permis une réduction d'odeur de 60%. Ce rendement nous apparaît acceptable et puisque la perte de pression du laveur n'est que de 0,10 à 0,15 po H_2O, il s'adapte bien aux ventilateurs existants et s'avère la technique recommandée pour une utilisation à grande échelle.

Nos essais ont démontré que l'efficacité du laveur à courant-croisé combinée à l'abattement de l'air humide dans le champ produit un air ambiant beaucoup plus acceptable pour les voisins de la porcherie. Le coût en capital d'un tel laveur d'air pour 2000 porcs logés est de 57 000 $ (0,57 $/pi^3/min), ce qui représente avec les frais de fonctionnement, environ 0,007 $/lb de porc mis en marché si la moitié du capital est subventionnée.

TABLE DES MATIÈRES

1.0 INTRODUCTION 1

2.0 OBJECTIF DU PROJET 6

3.0 MATÉRIAUX ET MÉTHODES 7
- 3.1 Description du montage..... 7
- 3.2 Procédure d'échantillonnage d'évaluation de l'odeur 10

4.0 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS 11
- 4.1 Distribution d'eau par gicleurs à cible ... 17
- 4.2 Laveur à contre-courant avec double épaisseur de garnissage 19
- 4.3 Courant-croisé vs contre-courant/avantages et inconvénients 21
- 4.4 Augmentation du temps de contact 23
- 4.5 Augmentation du débit d'eau 24
- 4.6 Accumulation de poussières et bactéries sur le garnissage 24
- 4.7 Qualité de l'eau de lavage 26
- 4.8 Adaptation du laveur à une porcherie 27
- 4.9 Coût du système 28

5.0 CONCLUSIONS 31

6.0 RECOMMANDATIONS POUR CONSTRUCTION A GRANDE ÉCHELLE 33

7.0 SUGGESTIONS DE RECHERCHES SUPPLÉMENTAIRES 39

ANNEXE A: Description du laveur à jet auto-amorcé.

ANNEXE B: Description du lit de tourbe.

ANNEXE C: Description du laveur à colonne garnie.

ANNEXE D: Procédure d'échantillonnage et d'évaluation de l'odeur.

ANNEXE E: Courbes de performances des gicleurs à cible.

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

FIGURE 1: Schéma du système.

FIGURE 2: Laveur à colonne garnie, vue d'ensemble.

FIGURE 3: Réduction d'odeurs, moyennes annuelles.

FIGURE 4: Réduction d'odeurs vs débit d'eau de lavage.

FIGURE 5: Réduction d'odeurs vs temps de contact.

FIGURE 6: Degré de différence (odeur) vs temps de contact.

FIGURE 7: Arrangement des gicleurs à cible.

FIGURE 8: Laveurs à courant-croisé et contre-courant.

TABLEAU I: Performances du laveur à courant-croisé.

TABLEAU II: Performances du laveur à contre-courant.

TABLEAU III: Augmentation du rendement vs poussières et bactéries accumulées.

TABLEAU IV: Analyse de l'eau de lavage.

TABLEAU V: Pression statique d'air, laveur à colonne garnie.

1.0 INTRODUCTION

Depuis quelques années, avec l'accroissement du nombre et de la dimension des élevages porcins, les mauvaises odeurs émises dans l'environnement s'avèrent un problème sérieux et soulèvent de nombreuses protestations de la part du public. Parmi plusieurs sources d'odeurs, les gaz évacués des bâtiments par le système de ventilation sont fréquemment les plus intenses. Ainsi, en vue de réduire les odeurs émises par cette source, le ministère de l'Agriculture, des pêcheries et de l'alimentation (MAPAQ) a confié au CRIQ le mandat de sélectionner trois systèmes de traitement et de les mettre à l'essai afin d'en établir le potentiel.

A la fin de ces travaux, nous avons ensuite obtenu le mandat d'améliorer le rendement de la technique la plus prometteuse, soit le laveur à colonne garnie.

Les essais ont été réalisés à grande échelle à la ferme porcine de monsieur Bertrand Blais à St-Henri-de-Lévis. Ils se divisent en quatre phases principales:

- Phase I: Revue de littérature;
- Phase II: Sélection de trois techniques d'épuration;
- Phase III: Mise à l'essai des trois techniques d'épuration;
- Phase IV: Optimisation du laveur à colonne garnie.

Phase I: Revue de la littérature

Une revue de la littératuve publiée sur le sujet fut effectuée afin de bien définir le problème (comment les odeurs sont produites, évaluation de leur intensité) et d'étudier les méthodes de contrôle déjà expérimentées dans différents pays. Un rapport fut présenté au terme de cette phase.

No de référence: MAT-81-021.
Titre: Identification des odeurs et techniques de contrôles.

Phase II: Sélection de trois techniques d'épuration

Étant donné le coût élevé des techiques de réduction des odeurs, nous avons recherché avec le client des alternatives simplifiées permettant d'abaisser les coûts tout en maintenant une efficacité acceptable. Ces discussions nous ont amenés à recommander les trois techniques d'épuration suivantes:

. laveur à jet auto-amorcé;
. lit de tourbe;
. laveur à colonne garnie.

Nous avons aussi accepté, à la demande du client, d'augmenter la capacité du laveur à colonne garnie afin que l'expérimentation soit réalisée dans ce cas à l'échelle d'une ferme plutôt qu'à l'échelle d'un prototype de petite dimension tel que prévu initialement.

Un deuxième rapport fut rédigé afin de présenter les recommandations et le programme expérimental.

No de référence: MAT-81-061.
Titre: Programme expérimental de réduction des odeurs de porcheries.

Phase III: Mise à l'essai des trois techiques d'épuration

Au cours de cette phase, nous avons terminé la conception des montages, acheté l'équipement et réalisé le programme expérimental.

Les résultats en bref ont été les suivants:

Laveur à jet auto-amorcé (Whirl Wet"):
(voir la description à l'annexe A)

Le laveur à jet auto-amorcé s'est avéré peu efficace (environ 30% de réduction d'odeur) mais surtout inadéquat pour une porcherie. Il fonctionne avec une perte de pression de 6,5 po H_2O, ce qui implique une grande dépense en énergie et l'investissement requis pour ce type d'appareil est très élevé, soit 6,00 \$/pi^3/min (1981).

Lit de tourbe (voir la description à l'annexe B):

Le lit de tourbe de 12 po d'épaisseur (superposé à 12 po de pierre concassée) a permis de réduire l'intensité de l'odeur d'environ 78%, donc à un niveau très acceptable. Toutefois, la tourbe horticole se compacte sous l'effet des pluies, et même en augmentant la pression statique du ventilateur à 1,75

po H_2O, le débit d'air est demeuré très faible: 5,5 $pi^3/min/pi^2$. Dans ces conditions, un lit de tourbe ne s'adapte pas aux ventilateurs existants à cause de la perte de pression élevée et il requiert une surface énorme pour traiter le grand débit d'air évacué d'une porcherie. L'investissement requis est de 0,40 $ à 0,80 $/$pi^3$/min (1981) selon les débits obtenus en fonction du type de tourbe utilisée.

Laveur à colonne garnie
(voir la description à l'annexe C)

L'efficacité du laveur à colonne garnie mis à l'essai à l'échelle de la ferme a été de 42% la première année. En plus de cette réduction de l'odeur, l'écoulement d'air dans l'environnement s'est trouvé modifié étant saturé d'eau à la sortie du laveur et les voisins ont affirmé observer une diminution réelle de l'odeur. Le laveur s'adapte aux ventilateurs existants, son coût en capital est d'environ 0,41 $/$pi^3$/min (1981).

Le rapport des essais réalisés avec les trois techniques d'épuration est le suivant:

No de référence: MAT-82-036.
Titre: Rapport final (no 3)
Réduction des odeurs de porcheries.

Phase IV: Optimisation du laveur à colonne garnie

Puisque le lavage d'air avec circulation d'eau dans une colonne garnie est un traitement simple, peu coûteux et facilement adaptable aux porcheries, cette technique fut retenue parmi les trois mises à l'essai afin d'en améliorer le rendement. Les travaux d'optimisation de ce procédé font l'objet du présent rapport.

2.0 OBJECTIF DU PROJET

L'objectif de cette dernière phase du projet visait à augmenter l'efficacité du laveur à colonne garnie de 42% jusqu'à un niveau supérieur à 60% afin de le rendre définitivement acceptable pour une utilisation à grande échelle.

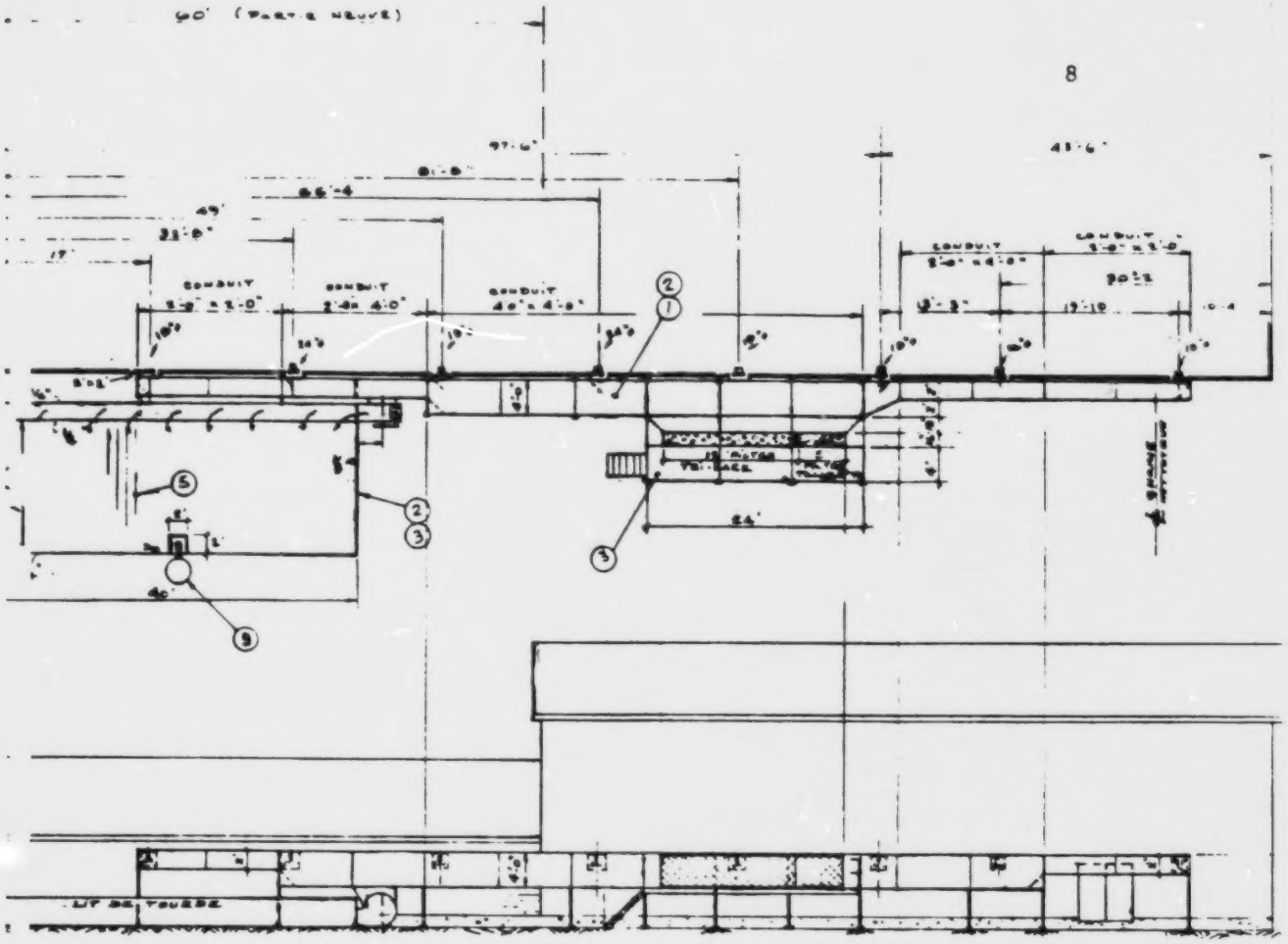
3.0 MATÉRIAUX ET MÉTHODES

3.1 Description du montage

Tel que montré à la figure 1, nous avons regroupé dans une conduite centrale les huit ventilateurs de la porcherie de monsieur Bertrand Blais à St-Henri-de-Lévis. Environ 70% du débit d'air total, soit 20 000 pi^3/min était traité dans le laveur à colonne garnie. La capacité du laveur étant insuffisante pour traiter le débit total, l'excédent (8000 pi^3/min) fut pompé initialement au lit de tourbe et plus tard évacué sans traitement en ouvrant une porte d'accès.

La figure 2 donne une description plus détaillée du laveur à colonne garnie. On y remarque l'emplacement des sections à courant-croisé et à contre-courant dont nous reparlerons en détail dans la discussion. Enfin, les critères de sélection, les paramètres de fonctionnement et les matériaux de construction du système sont présentés à l'annexe C. De plus, la liste suivante des dessins en pleine grandeur sera remise au client avec le rapport:

. 304-00-00 Schéma préliminaire;
. 304-00-01 Ensemble général;
. 304-00-02 Retour d'eau de lavage;
. 304-00-03 Lit de tourbe;
. 304-00-04 Conduite d'amenée d'air;
. 304-00-05 Laveur à colonne garnie.



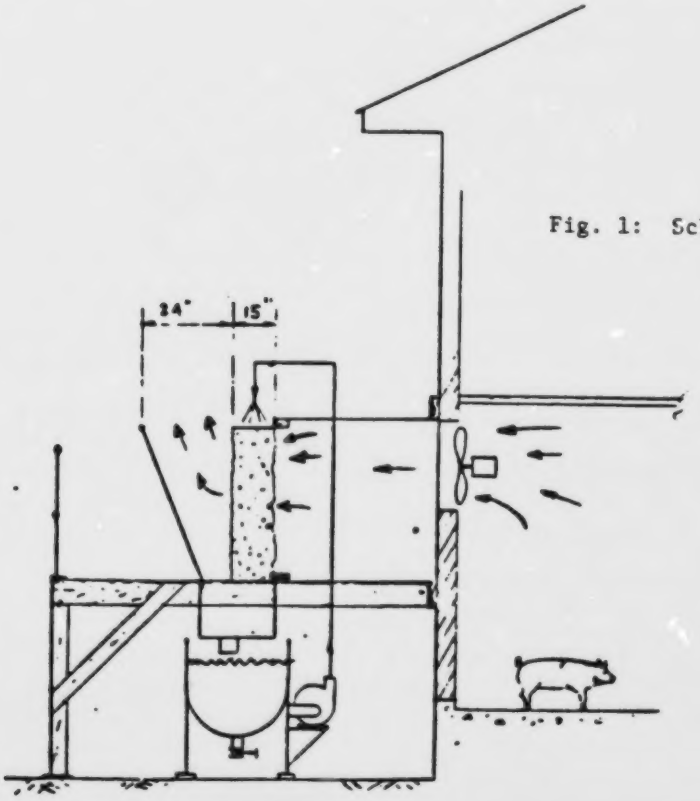
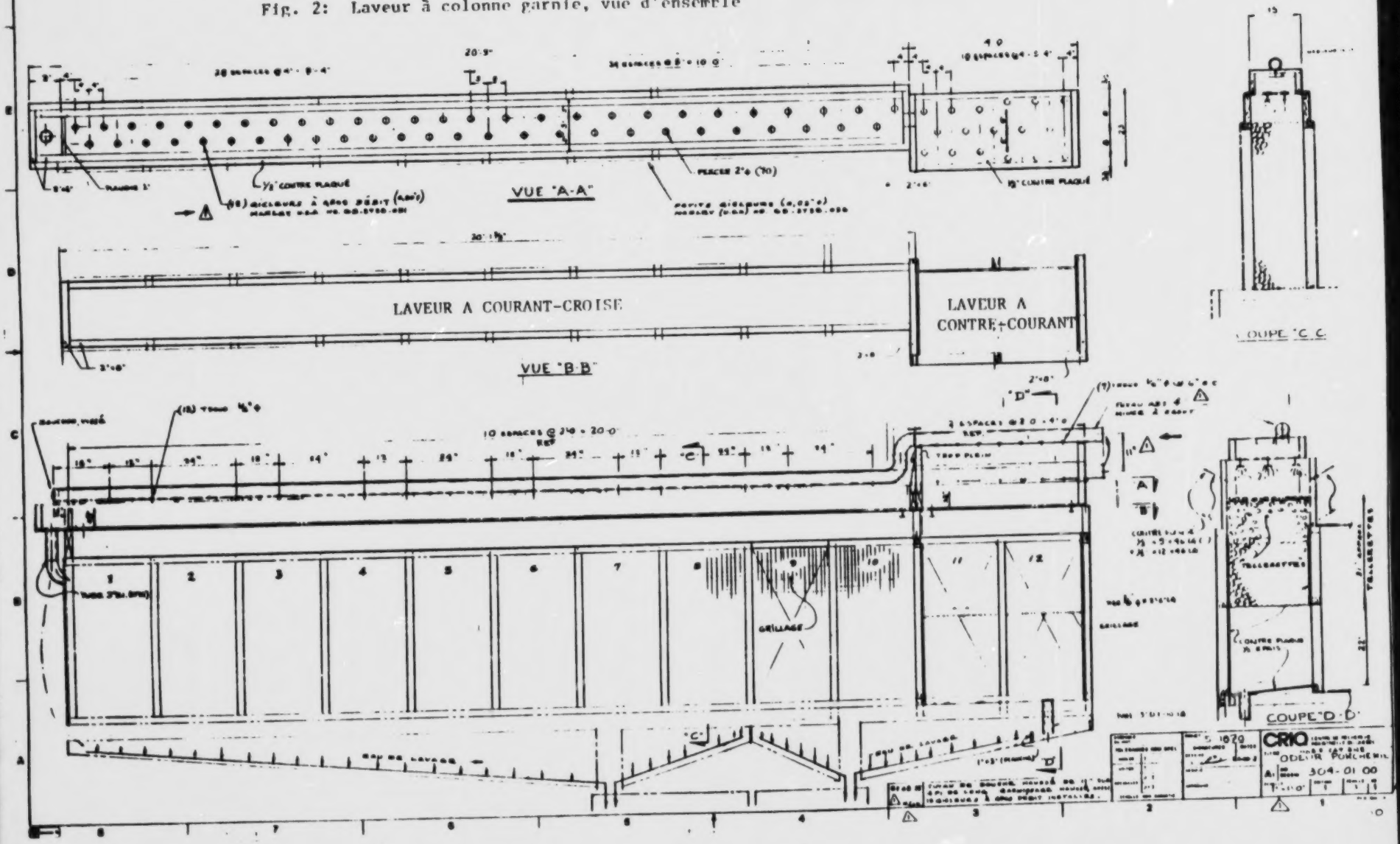


Fig. 1: Schéma du système

Fig. 2: Laveur à colonne garnie, vue d'ensemble

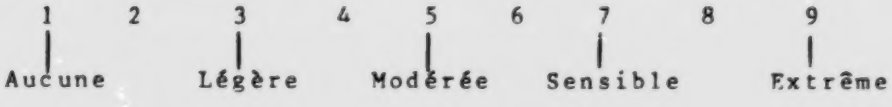


3.2 Procédure d'échantillonnage et d'évaluation de l'odeur

Afin d'évaluer l'odeur de l'air traité et non-traité, nous avons pompé l'air pendant 30 minutes à travers un tissu de coton et présenté des échantillons de ces tissus à un jury pour une évaluation organoleptique. Cette évaluation nous a fourni le degré de différence entre l'air traité et non-traité.

Différence	Valeur
Légère	1
Modérée	2
Sensible	3
Extrême	4

De plus, nous avons aussi demandé au jury d'évaluer l'intensité de l'odeur selon l'échelle suivante de 1 à 9:



C'est à partir de cette évaluation de l'intensité de l'odeur (échelle de 1 à 9) qu'ont été effectués les calculs du pourcentage de réduction de l'odeur. Voici un exemple de calcul:

. intensité de l'odeur, air vicié: 7,0
. intensité de l'odeur, air traité: 4,0

Réduction de l'odeur:

$$\left[\frac{(7,0 - 1) - (4,0 - 1)}{(7,0 - 1)}\right] \times 100 = 50\%$$

A l'annexe D, on trouvera une description plus détaillée de la procédure utilisée.

4.0 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Nos essais ont été réalisés durant une période de quatre ans (1981 à 1984 inclusivement) avec un laveur à colonne garnie fonctionnant principalement à courant-croisé air et eau; les résultats sont présentés au Tableau I.

Au cours des deux dernières années d'expérimentation, nous avons aussi fait fonctionner une section du laveur à contre-courant et avec une plus grande épaisseur de garnissage en vue d'améliorer l'efficacité du traitement. Les résultats obtenus suite à ces modifications sont présentés au Tableau II. De plus, les principaux paramètres étudiés ont été mis en graphiques aux figures 3, 4, 5 et 6. On remarquera toutefois que les courbes obtenues ont un coefficient de corrélation assez faible (ex.: R= 0,4). Cet éparpillement des résultats est dû d'une part au grand nombre de facteurs non contrôlables en expérimentation à grande échelle (température, vitesse et direction du vent, etc.) qui ont compromis la précision de certaines mesures telles que la vitesse de sortie de l'air.

D'autre part, l'utilisation d'un jury pour les évaluations organoleptiques est une méthode statistiquement valable mais un peu moins précise qu'un appareil analytique à moins d'effectuer un très grand nombre d'essais. En somme, malgré une légère imprécision dans les résultats obtenus, ceux-ci sont suffisamment conformes pour que leur analyse puisse servir à tirer des conclusions valables.

TABLEAU I
PERFORMANCES DU LAVEUR À COURANT CROISÉ

DATE	RÉDUCTION D'ODEUR (%)	DEGRÉ DE DIFFÉRENCE (1 A 4)	VITESSE DE L'AIR (pi/min)	ÉPAISSEUR DU GARNISSAGE (po)	TEMPS DE CONTACT (s)	DÉBIT H_2O RECIRCULATION		SYMBOLE SUR LE GRAPHIQUE
						($lb/pi^2.h$)	($m^3/m^2.h$)	
1981-08-21	54	1,6	175	15	0,43	1 474	7,2	
1981-08-25	0	0	191	15	0,39	1 351	6,6	
1981-08-26	60	2,3	150	15	0,50	1 474	7,2	
1981-08-27	54	2,3	150	15	0,50	1 392	6,8	△
1981-08-27	56	2,3	201	15	0,37	1 392	6,8	
1981-08-27	61	1,5	201	15	0,37	1 392	6,8	
1981-09-02	51	1,5	201	15	0,37	1 351	6,6	
1981-09-03	0	0	201	15	0,37	1 351	6,6	
MOYENNE	42	1,4	183	15	0,41	1 392	6,8	
1982-08-02	75	2,0	219	15	0,34	676	3,3	
1982-08-02	70	2,6	219	15	0,34	676	3,3	□
1982-08-02	0	0	219	15	0,34	676	3,3	
1982-08-02	63	1,8	219	15	0,34	1 372	6,7	
MOYENNE	52	1,6	219	15	0,34	860	4,2	
1983-07-27	65	2,9	205	15	0,36	4 790	23,4	
1983-07-27	0	0	264	15	0,28	1 678	8,2	○
1983-09-01	51	1,6	189	15	0,40	7 759	37,9	
1983-09-01	41	1,5	219	15	0,34	3 767	18,4	
MOYENNE	39	1,5	219	15	0,34	4 504	22,0	
1984-08-08	60	2,6	234	15	0,32	2 579	12,6	
1984-08-13	65	1,7	234	15	0,32	6 346	31,0	
1984-08-13	52	1,8	248	15	0,30	2 027	9,9	⬡
1984-08-20	61	2,1	234	15	0,32	6 346	31,0	
1984-08-20	48	1,9	341	15	0,22	2 231	10,9	
1984-08-20	72	2,2	321	15	0,23	6 346	31,0	
MOYENNE	60	2,1	268	15	0,29	4 319	21,1	

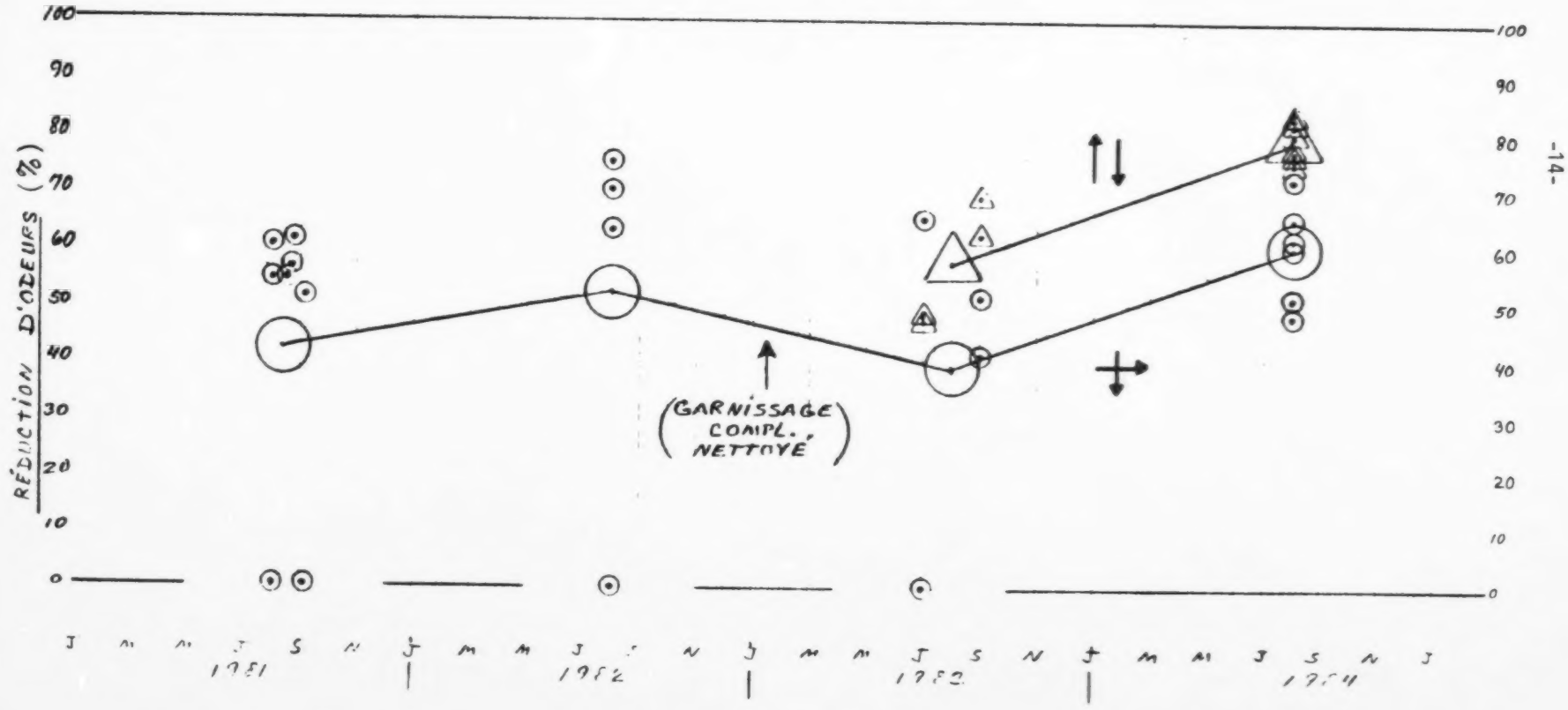
TABLEAU II
PERFORMANCES DU LAVEUR À CONTRE COURANT

DATE	RÉDUCTION D'ODEUR (%)	DEGRÉ DE DIFFÉRENCE (1 A 4)	VITESSE DE L'AIR (pi/min)	ÉPAISSEUR DU GARNISSAGE (po)	TEMPS DE CONTACT (s)	DÉBIT H_2O RECIRCULATION		SYMBOLE SUR LE GRAPHIQUE
						($lb/pi^2.h$)	($m^3/m^2.h$)	
1983-07-27	48	2,3	191	31	0,80	3 480	17,0	
1983-07-27	47	1,3	197	31	0,78	3 480	17,0	▼
1983-09-01	69	2,8	179	31	0,86	3 480	17,0	
1983-09-01	62	2,4	140	31	1,10	3 480	17,0	
MOYENNE	57	2,2	177	31	0,88	3 480	17,0	
1984-08-08	83	2,8	207	31	0,74	3 931	19,2	
1984-08-08	76	2,3	240	31	0,64	2 579	12,6	
1984-08-13	76	1,3	197	31	0,78	3 931	19,2	●
1984-08-13	75	3,1	197	31	0,78	3 337	16,3	
1984-08-13	82	3,0	197	31	0,78	3 931	19,2	
1984-08-20	80	2,8	146	31	1,05	2 806	13,7	
MOYENNE	79	2,6	197	31	0,80	3 419	16,7	

RÉDUCTION D'ODEURS + MOYENNES ANNUELLES

△ = LAVEUR A CONTRE-COURANT (%)
○ = LAVEUR A COURANT CROISÉ (%)

FIGURE 3



RÉDUCTION D'ODEURS VS TEMPS DE CONTACT

1981 - 1984.

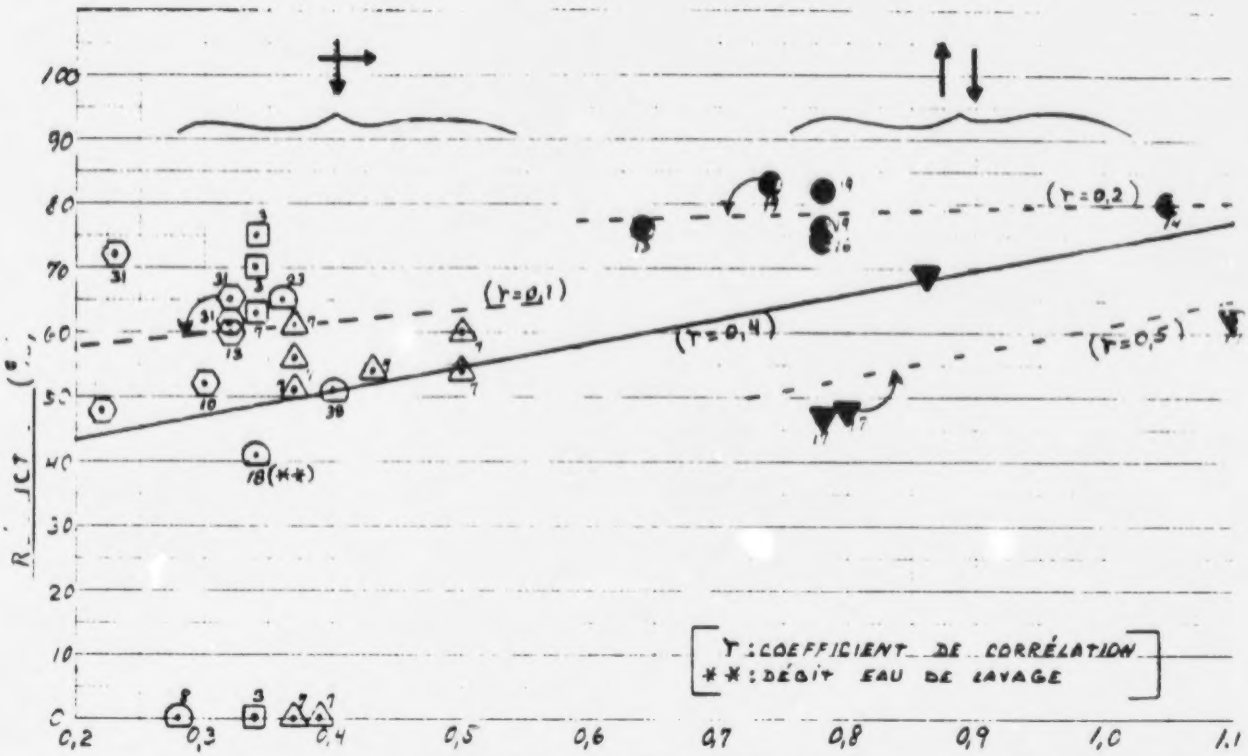


FIGURE 5

RÉDUCTION D'ODEURS VS DÉBIT EAU DE LAVAGE

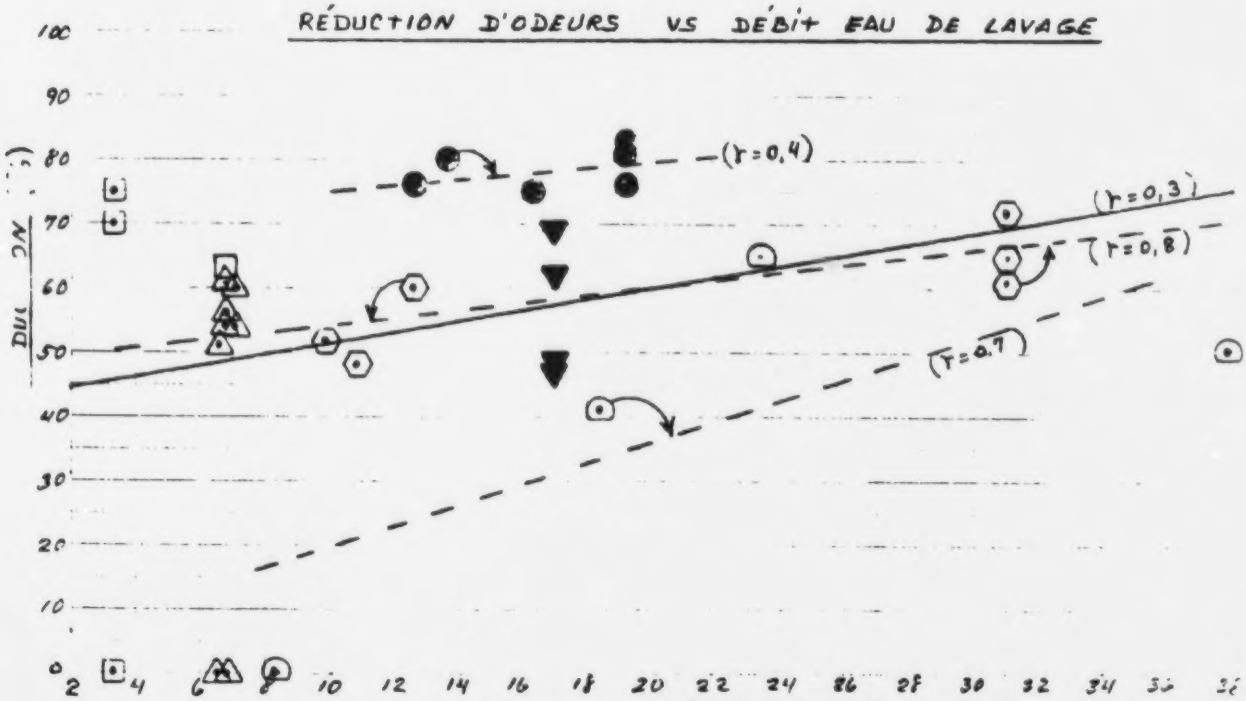


FIGURE 4

ODEUR

DEGRÉ DE DIFFÉRENCE (AVANT & APRÈS TRAITEMENT)
VS TEMPS DE CONTACT

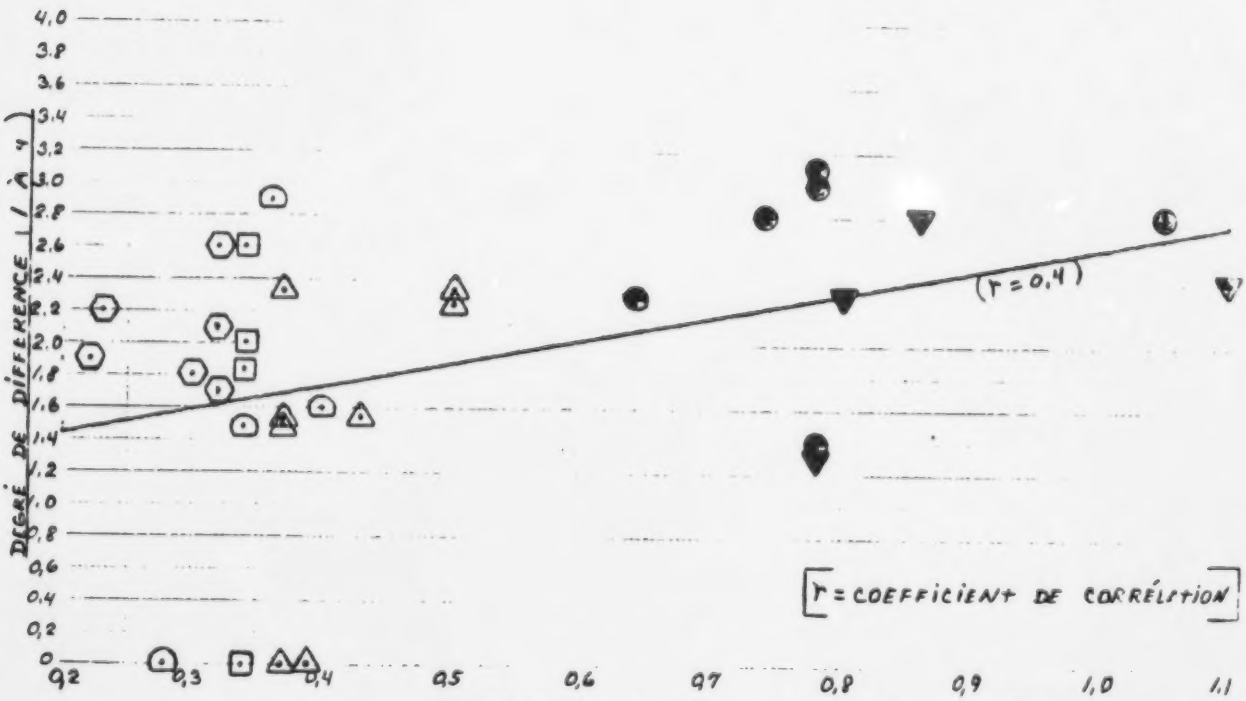


FIGURE 6

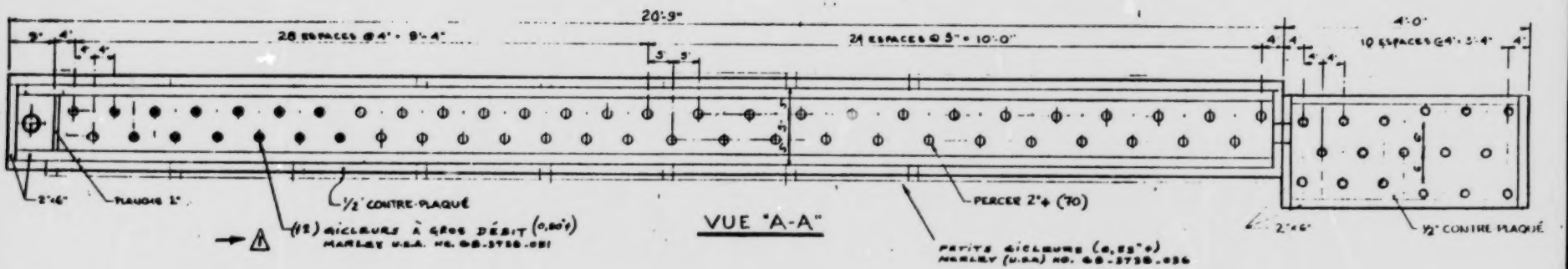
4.1 Distribution d'eau par gicleurs à cible

Afin d'améliorer le profil de distribution d'eau dans le garnissage, nous avons remplacé les douches initialement utilisées (2 tuyaux ABS de 4 po perforés) par des gicleurs à cible distribués par la compagnie Routleco au coût de 0,80 $ l'unité.

L'arrangement des gicleurs à cible est montré à la figure 3 et leurs courbes de performances sont présentées à l'annexe E.

Deux grosseurs d'orifices (0,80 po à 0,53 po) ont été mises à l'essai et nous avons varié l'espacement entre les gicleurs, soit 4 po et 5 po (voir la figure 7), afin de trouver l'arrangement optimal. Il s'est avéré que les gros gicleurs d'un diamètre de 0,80 po (no 68-3738-051) sont préférables parce qu'ils ne sont pratiquement jamais bouchés. Quant au choix de leur espacement, nous croyons qu'une distance de 4 po est recommandable. Toutefois, les gicleurs ne doivent surtout pas être situés trop près du bord du garnissage afin de garder l'eau à l'intérieur de ce dernier.

En somme, l'utilisation de gicleurs a effectivement permis d'améliorer la distribution d'eau dans le garnissage mais l'augmentation de rendement attendue en juin 1983 suite à leur installation n'a pu être mesurée, leur effet positif ayant possiblement été annulé par la réduction des surfaces de contact suite au nettoyage du garnissage (voir figure 3). Par contre, ces gicleurs seraient, à notre avis, en partie responsables des performances supérieures obtenues en 1984, soit 60% de réduction d'odeur versus 39% en 1983.



Gicleur

Fig. 7: Arrangement des gicleurs à cible
(vue de plan)

4.2 Laveur à contre-courant avec double épaisseur de garnissage

Lors de la conception initiale du laveur, les contraintes des distribution d'eau à l'aide de tuyaux perforés nous ont amené a choisir un fonctionnement à courant-croisé air et eau tel que montré à la figure 8.

Après une première série d'essais, nous avons voulu améliorer le rendement par les deux modifications suivantes:

. utilisation d'un laveur à contre-courant;
. augmentation de l'épaisseur de garnissage.

Suite au remplacement des tuyaux perforés par des gicleurs à cible permettant une distribution d'eau beaucoup plus uniforme, nous avons pu utiliser une section du laveur en fonctionnement à contre-courant, normalement un peu plus efficace dû à un meilleur contact air et eau.

Nous en avons aussi profité pour augmenter l'épaisseur du garnissage, ce qui n'était pas possible avec le premier laveur à moins de transformations majeures.

En somme, nous avons recherché l'efficacité maximale en combinant ensemble les gicleurs à cible, le fonctionnement à contre-courant et un garnissage plus épais (31 po vs 15 po). Le résultat global apparaît évident à la figure 3 où ce laveur amélioré a permis un taux moyen de réduction d'odeur de 79% en 1984.

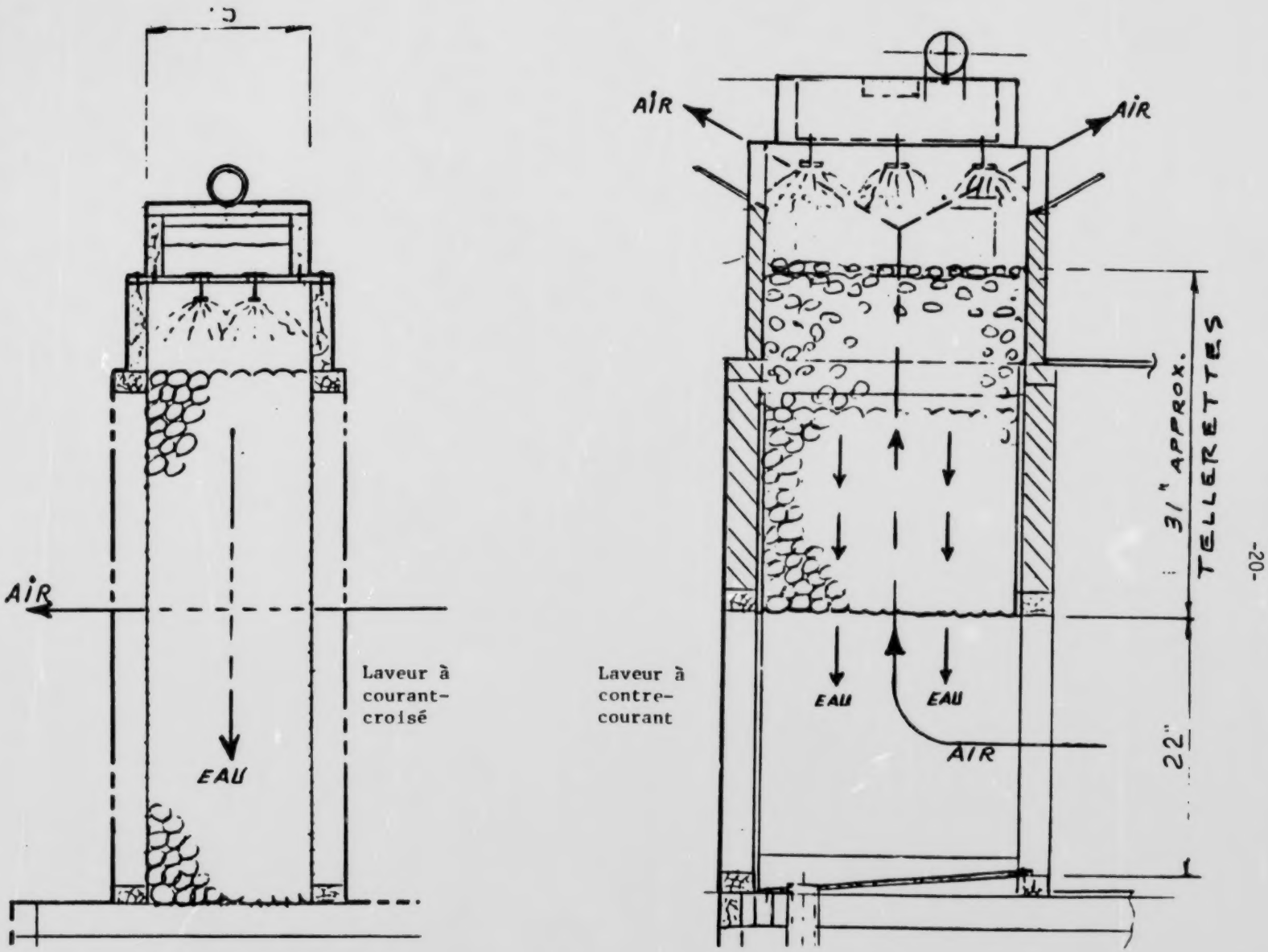


Fig. 8: Laveurs à courant-croisé et contre-courant.

4.3 Courant-croisé vs contre-courant/ avantages et inconvénients

Nous croyons que le rendement de 79% obtenu avec le laveur à contre-courant comparativement à 60% avec le laveur à courant-croisé est dû à sa double épaisseur de garnissage (temps de contact X 2). Ainsi dans les mêmes conditions, le laveur à courant-croisé aurait produit à notre avis un rendement d'environ 75%, donc du même ordre de grandeur. Ceci étant, le laveur à courant-croisé nous apparaît plus avantageux surtout par sa simplicité de construction et son entretien facile. Voici une description des avantages et des inconvénients de ce laveur par rapport au laveur à contre-courant. On pourra se référer à la figure 8 pour mieux visualiser la comparaison.

Laveur à courant-croisé

Avantages:

a) Simplicité de construction

Le système de distribution d'eau de lavage occupe moins d'espace, il requiert un moins grand volume d'eau dans la boîte de distribution et moins de gicleurs.

De plus, dans le laveur à contre-courant, le garnissage horizontal doit être supporté par un grillage plus robuste; les réparations seraient alors plus difficiles et plus coûteuses.

b) Facilité d'entretien

L'accès au garnissage pour un nettoyage à haute pression est facile des deux côtés, ce qui n'est pas le cas avec le laveur à contre-courant. Celui-ci devrait en fait être lavé totalement à partir d'en haut après avoir déplacé le système de distribution d'eau, ce qui s'avère beaucoup plus compliqué.

c) Ne mouille pas le bâtiment

La sortie d'air étant horizontale, les gouttelettes d'eau entraînées sont dirigées vers le champ alors qu'un laveur à contre-courant évacuerait une partie de l'air vers la porcherie entraînant des problèmes de corrosion et de pourriture.

Inconvénients:

a) Légèrement moins efficace

Le laveur à courant-croisé offrirait à notre avis une performance de 2 à 5% inférieure au laveur à contre-courant. Le rendement supérieur de ce dernier est dû à un meilleur contact gaz-liquide et au fait que l'air doit traverser deux douches (à l'entrée et à la sortie) en plus du garnissage.

b) Garnissage plus rapidement colmaté

Dans le laveur à courant-croisé, toutes les poussières atteignent le garnissge alors qu'elles sont en partie éliminées par une douche à l'entrée du laveur à contre-courant. Ainsi, le côté intérieur du garnissage doit donc être régulièrement nettoyé (aux 6-8 semaines) pour éviter une trop grande perte de pression, ce qui réduirait le débit de ventilation.

c) Légèrement plus énergivore

Comparativement à un garnissage horizontal (contre-courant), un garnissage vertical implique un système de distribution d'eau situé à une hauteur plus élevée par rapport au niveau de la pompe de recirculation et donc une consommation énergétique accrue pour un même débit d'eau.

4.4 Augmentation du temps de contact

L'augmentation du temps de contact correspond à un plus faible débit d'air ou à une plus grande épaisseur de garnissage ou les deux.

Les figures 5 et 6 montrent les rendements obtenus avec les deux types de laveur (courant-croisé et contre-courant) en fonction du temps requis pour que l'air traverse le garnissage. On y observe, pour chacun des deux types, une faible variation de rendement en fonction du temps de contact. Toutefois, la compilation de l'ensemble des données à la figure 5

nous montre un accroissement du rendement de 43% à 77% pour un temps de contact augmenté de 0,2 à 1,1 seconde. Ces résultats correspondent en fait à l'augmentation de rendement attendue avec un plus grand temps de contact dans le garnissage.

4.5 Augmentation du débit d'eau

Nous avons étudié l'augmentation du débit d'eau de lavage en utilisant deux grosseurs de gicleurs et en faisant varier le niveau dans le canal d'amenée d'eau aux gicleurs. La figure 4 montre qu'un débit d'eau de quatre fois supérieur (7 à 31 $m^3_m{}^{-2}_h{}^{-1}$) augmente le taux de réduction d'odeur de 50 à 70%. D'autre part, on constate la performance supérieure du laveur à contre-courant muni d'un garnissage deux fois plus épais. Celui-ci permet d'obtenir 80% de réduction d'odeur avec un débit d'eau de seulement 19 $m^3_m{}^{-2}_h{}^{-1}$. Ceci montre que le rendement est plus sensible à l'augmentation du temps de contact qu'au débit d'eau de lavage. En somme, un plus grand débit d'eau améliore la performance du laveur mais ne remplace pas le temps de contact qui détermine l'ordre de grandeur du rendement obtenu.

4.6 Accumulation de poussières et bactéries sur le garnissage

Les poussières accumulées sur un garnissage servent à multiplier les surfaces de contact entre l'air et les parois mouillées. Sur ces dernières se développent à la longue des microorganismes qui s'attaquent aux composés malodorants absorbés et regénèrent partiellement l'eau de lavage.

L'effet positif de ces acculumations peut être évalué en observant à la figure 3, de 1981 à 1982 et de 1983 à 1984, l'efficacité de chacun des deux types de laveurs en fonction du temps. Le Tableau III montre une augmentation moyenne de rendement de 39% entre l'année de mise en marche du laveur et l'année suivante, ce qui est significatif.

Toutefois, les accumulations de poussières et de bactéries doivent être contrôlées sur une base régulière par un lavage du garnissage à l'aide d'eau froide à haute pression. On peut ainsi maintenir la perte de charge à un niveau acceptable pour les ventilateurs existants tout en s'assurant d'une bonne efficacité à long terme.

TABLEAU III

AUGMENTATION DU RENDEMENT VS POUSSIÈRES ET BACTÉRIES ACCUMULÉES

Laveur à courant-croisé:

1981 - 42%
1982 - 52%
Augmentation de rendement: +24%

1983 - 39% (après un nettoyage complet du garnissage)
1984 - 60%
Augmentation de rendement: +54%

Laveur à contre-courant:

1983 - 57%
1984 - 79%
Augmentation de rendement: +39%

Moyenne: +39%

4.7 QUALITÉ DE L'EAU DE LAVAGE

L'eau de lavage est pompée au garnissage en circuit fermé à partir d'un réservoir dont le niveau est maintenu par une alimentation en eau fraîche. Les pertes normales proviennent de la saturation de l'air et de l'entraînement de fines gouttelettes. Toutefois, le prototype expérimental étant de construction temporaire, une petite quantité d'eau est aussi perdue par des joints non étanches. C'est ainsi que de la qualité de l'eau de lavage demeure une donnée approximative qui peut varier beaucoup selon l'état du système et les conditions de fonctionnement. Les résultats des analyses effectuées sont présentés au Tableau IV et décrivent en somme une situation acceptable si l'on considère le très faible débit d'eau libéré dans l'environnement.

TABLEAU IV
ANALYSE DE L'EAU DE LAVAGE

PARAMÈTRES	UNITÉS	83-07-27	83-09-01	84-08-08	84-08-20	
$D.B.O._5$	mg/L	----	720	353	344	
D.C.O.	mg/L	----	2 040	8 200	940	
Nitrites	mg/L N	----	0,014	0,032	0,019	
Nitrates	mg/L N	----	1,13	< 0,02	< 0,02	
Azote ammoniacal	mg/L N	----	170	106	103	
Solides totaux	%	0,28	----	0,15	0,07	
Solides totaux volatils	%	0,21	----	0,10	0,034	
		81-08-25	81-08-27	81-09-02	81-09-03	84-07-27
pH	----	7,9	7,0	7,1	8,2	6,5

4.8 Adaptation du laveur à une porcherie

Après avoir été utilisé à la satisfaction du fermier durant quatre ans, il n'est plus nécessaire de démontrer que le laveur à colonne garnie s'adapte bien à une porcherie. Puisque l'espace vide à l'intérieur du garnissage utilisé est de 93%, il est possible de garder la perte de pression inférieure à 0,15 po H_2O et donc d'utiliser les ventilateurs existants sans provoquer une réduction importante du débit d'air évacué. Le Tableau V présente les mesure de pression statique du laveur dans différentes conditions. Alors que la pression normale est d'environ 0,10 po H_2O, on note une pression plus élevée (0,28 et 0,35 po H_2O) lors des essais réalisés après la construction du laveur à contre-courant. L'explication est que sa grande épaisseur de garnissage a en fait diminué la capacité d'évacuation du laveur déjà restreinte par rapport au débit d'air total.

TABLEAU V

PRESSION STATIQUE D'AIR, LAVEUR A COLONNE GARNIE

	po H_2O	cm H_2O
81-08-04	0,09	0,2
81-08-27	0,10	0,3
81-08-28	0,06	0,1
81-09-03	0,08	0,2
81-09-03	0,10	0,3
82-08-02	0,06	0,1
84-08-13	0,35	0,9
84-08-20	0,28	0,7

4.9 Coût du système

4.9.1 Coût en capital (porcherie de 2000 porcs)

Le coût en capital révisé pour la construction d'un laveur à colonne garnie muni de gicleurs à cible et d'une épaisseur de garnissge de 15 po est de 0,57 \$/pi^3/min. Ceci implique que pour une porcherie de 2000 porcs logés, le coût en capital pour traiter les 100 000 pi^3/min d'air évacué à raison de 50 pi^3/min/porc s'élève à 57 000 \$.

4.9.2 Coût énergétique de fonctionnement

La surface de garnissage requise pour la sortie d'air est de 463 pi^2 et la surface à mouiller pour une épaisseur de 15 po (et hauteur de 4 pi) est de 116 pi^2, soit:

$$Q_{H_2O} = 10\ m^3 m^{-2} h^{-1}$$
(ou 2047 lb/pi^{-2}h^{-1})

Débit d'eau requis:

$$\frac{10 \times 264 \times \frac{1}{10,76} \times \frac{1}{60} \times 116}{} = 474 \text{ gal US/min}$$

$$\frac{m^3}{m^2 h} \times \frac{\text{gal US}}{m^3} \times \frac{m^2}{pi^2} \times \frac{h}{\text{min}} \times pi^2$$

Hauteur de pompage: 9 pi + 1 pi de perte = 10 pi

Efficacité de la pompe $e_p = 0,4$

"Brake" HP= $\frac{Q\ H\ e}{247\ 000\ e_p}$

$$HP = \frac{474 \times 10 \times 62,4}{247\ 000 \times 0,4} = 2,99$$

Soit efficacité du moteur électrique= 75%

Consommation HP: $\frac{2,99}{0,75} = 3,99$

Énergie utilisée: 3,99 x 0,746= 2,98 kW

Coût énergétique de fonctionnement à 4,92 ¢/kWh plus la taxe= 5,36 ¢/kWh (tarif général, petite puissance).

$$2,98\ \frac{kWh}{h} \times 24 \times \frac{h}{d} \times 30,4\ \frac{d}{mois} \times 0,0536\ \frac{\$}{kWh} = 116\ \frac{\$}{mois}$$

4.9.3 Estimation du coût par livre de porc mise en marché

Conditions de base pour ce calcul:

. le fermier reçoit la moitié du capital requis en subvention;

. le fermier doit emprunter l'autre moitié de capital à un taux de 12% sur quinze (15) ans;

. le laveur est en fonction six mois par année, soit du 15 avril au 15 octobre;

. l'investissement requis est de 57 000 $ pour 100 000 pi^3/min.

Calcul de l'amortissement:

$$A = \frac{57\ 000}{2} = 28\ 500\ \$$$

$i = 0,12$

$n = 15$

$$*R = \frac{A \times i}{1 - \left[\frac{1}{(1+i)^n}\right]} = \frac{28\ 500 \times 0,12}{1 - \left[\frac{1}{(1,12)^{15}}\right]} = 4\ 184\ \$/\text{année}$$

* Coût énergétique de fonctionnement:

$$116\ \frac{\$}{\text{mois}} \times 6\ \frac{\text{mois}}{\text{année}} = 696\ \$/\text{année}$$

* Réparations et entretien= 300 $/année

Total= 5 180 $/année

Soit un taux de rotation annuel de 2,2.

Production de viande:

$2000 \times 2,2 \times 170 = 748\ 000$ lb/année

$$\frac{\text{porcs produits}}{\text{année}} \times \frac{\text{lb}}{\text{porc}}$$

Coût du traitement: $\frac{5\ 180}{748\ 000} = 0,0069\ \$/\text{lb}$

5.0 CONCLUSIONS

1. Le remplacement des douches (tuyaux perforés) par des gicleurs à cible a permis d'améliorer la distribution d'eau sur le garnissage et de régler à la fois le problème de colmatage des orifices.

2. Il a été possible d'obtenir environ 80% de réduction d'odeur avec une section du laveur fonctionnant à contre-courant et munie d'une grande épaisseur de garnissage (31 po). Toutefois, la perte de pression de ce laveur (plus de 0,4 po H_2O) est assez élevée pour réduire le débit de ventilation et de plus, le nettoyage du garnissage s'avère très compliqué avec ce type de construction. Ces inconvénients le rendent donc moins recommandable pour une utilisation à grande échelle.

3. Le laveur fonctionnant à courant-croisé, muni d'une épaisseur de garnissge de 15 po (temps de contact= 0,35 s) et de gicleurs à cible a produit une réduction d'odeur de 60%. Il s'adapte bien aux ventilateurs actuels (perte de pression inférieure à 0,15 po H_2O) et le garnissage peut être facilement nettoyé. Il s'avère donc un compromis fort acceptable.

4. Nos essais ont aussi permis d'identifier une série de facteurs permettant d'améliorer le rendement d'un laveur à colonne garnie. Les voici par ordre d'importance:

   a) augmentation de l'épaisseur du garnissage ou du temps de contact;

b) installation de gicleurs à cible pour assurer une meilleure distribution d'eau;

c) augmentation des surfaces de contact par accumulation de poussière sur le garnissage;

d) fonctionnement à contre-courant plutôt qu'à courant-croisé;

e) augmentation du débit d'eau de lavage.

5. En somme, le prototype mis à l'essai de 1981 à 1984 a traité environ 70% de l'air évacué de la porcherie de monsieur Blais, soit 20 000 pi^3/min et au dire du fermier et de ses voisins, une amélioration sensible de la qualité de l'air a été observée. Ainsi, un laveur à colonne garnie s'avère définitivement acceptable pour traiter l'air des porcheries posant des problèmes d'odeurs. Le coût d'un tel système pour un bâtiment de 2000 porcs logés est de 57 000 $ (0,57 \$/pi^3/min), ce qui représente avec les frais de fonctionnement environ 0,007 \$/lb de porc mis en marché si la moitié du capital est subventionnée.

6.0 RECOMMANDATIONS POUR CONSTRUCTION A GRANDE ÉCHELLE

6.1 Utilisation du laveur à courant-croisé

Si l'on désire, à l'échelle d'une porcherie, réduire l'intensité des odeurs émises par le système de ventilation, nous recommandons la construction d'un laveur à courant-croisé tel que mis au point dans ce projet. Celui-ci permet au niveau du laveur, une réduction des odeurs de 60% qui, combinée aux retombées de l'air humide dans le champ, s'avère suffisante pour que les voisins observent une nette diminution des mauvaises odeurs provenant de la porcherie.

Nous avons présenté au chapitre 4.3 la justification du choix de ce laveur versus le laveur à contre-courant. Voici de plus quelques améliorations proposées ainsi que les paramètres de fonctionnement recommandés.

6.1.1 Améliorations proposées (laveur à courant-croisé)

a) Relever le niveau supérieur du garnissage:

Afin d'éviter que l'air contourne la partie supérieure du garnissage passant rapidement sous les gicleurs (voir la figure 9), nous avons dû ajouter du côté intérieur une feuille de polyéthylène de 6 po à titre de déflecteur. Celle-ci s'est avérée d'autant plus nécessaire que le garnissage s'est passablement compacté avec le temps au point où nous avons dû en rajouter à deux reprises. Dans une nouvelle construction, nous recommandons

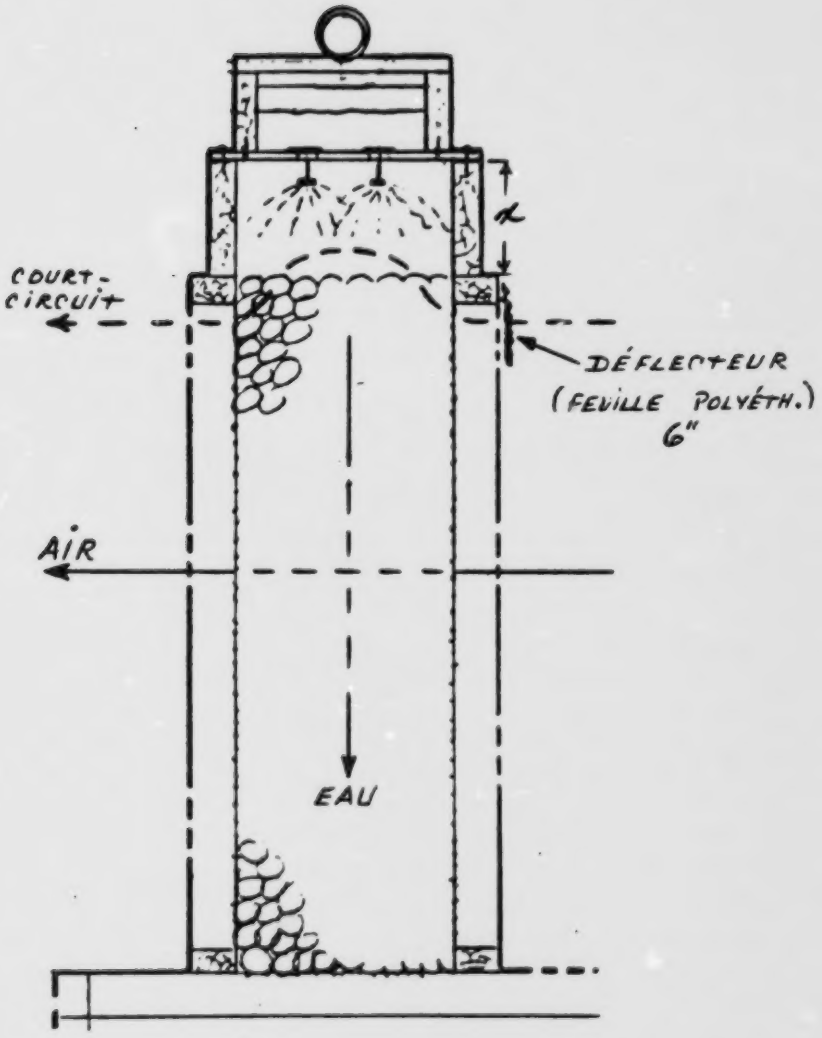


Fig. 9: Court-circuit d'air, laveur à courant-croisé.

d'augmenter la hauteur entre les gicleurs et le niveau actuel du garnissage (distance x à la figure 9) d'environ 4 po afin de relever le niveau supérieur du garnissage. Cette modification permettra d'y insérer une plus grande réserve de garnissage dont les bénéfices seront l'amélioration du profil de distribution d'eau et l'élimination de la feuille de polyéthylène qui obstrue forcément l'entrée d'air au garnissage.

b) Réduire la distance entre les gicleurs:

Tel que discuté précédemment, nous recommandons un espacement de 4 po entre les gicleurs et leur rapprochement vers le centre de façon à éviter les pertes d'eau à l'intérieur du garnissage et le ruissellement le long des grillages de soutien.

c) Relever la pompe de recirculation:

En éliminant les déversoirs en V (requis pour mesurer les débits) et en réduisant la pente des dalles de retour d'eau de lavage, il sera possible de relever le niveau de la pompe de recirculation d'environ 24 po, donc de réduire la tête hydraulique. Cette modification permettra de pomper un plus grand débit d'eau de lavage, donc d'améliorer le rendement du laveur, sans augmenter la puissance consommée.

d) Protéger le système de la pourriture et de la corrosion:

A cette fin, nous recommandons que le bois de construction soit enduit de créosote, que l'on utilise des clous en acier galvanisé et que le grillage supportant le garnissage (1 po x 1 po) soit fait d'acier inoxydable.

e) Installer un indicateur de pression statique:

La fonction de cet appareil est de renseigner le fermier sur l'état du garnissage par rapport au débit évacué et de lui indiquer le moment du nettoyage. L'appareil recommandé est le manomètre Dwyer, modèle 171 possédant une échelle de 0 à 0,25 po d'eau.

6.2.1 Paramètres de fonctionnement recommandés

a) Épaisseur de garnissage:

Nous recommandons une épaisseur de garnissage de 15 po qui s'avère un minimum nécessaire pour obtenir une réduction moyenne de l'intensité des odeurs de 50 à 60%. Un rendement plus élevé obtenu avec un garnissage plus épais poserait des problèmes d'entretien compte tenu de la limite en profondeur du nettoyage à haute pression d'eau. Toutefois, si l'utilisation d'un détergent tel que proposé en 6.2 s'avérait efficace, il serait alors recommandable d'utiliser une plus grande épaisseur de garnissage, soit 20 po en vue d'améliorer le rendement du laveur.

b) Temps de contact et vitesse de l'air:

Afin d'éviter une trop grande perte de pression tout en gardant un bon rendement, nous recommandons un temps de contact de 0,35 s, ce qui dans un garnissage de 15 po donne une vitesse de sortie d'air d'environ 216 pi/min.

c) Surface de sortie d'air requise:

Selon les paramètres ci-haut mentionnés, 1 pi^2 de garnissage permet de traiter 216 pi^3/min d'air. Ainsi, par exemple, si les huit ventilateurs de monsieur Blais (1 x 16 po, 5 x 28 po, 2 x 24 po) évacuent 27 800 pi^3/min d'air, il faudrait ajouter quatre sections (de 2 pi x 4 pi) aux douze (12) sections déjà installées pour traiter le débit d'air total et ainsi disposer d'une surface de 128 pi^2.

d) Débit d'eau de lavage:

La gamme des débits normalement utilisés dans une colonne garnie de ce type varie de 4 à 34,5 m^3/m^2h (820 à 7060 lb/pi^2h). Afin de garantir un mouillage satisfaisant du garnissage sans trop augmenter l'énergie de pompage, nous recommandons un débit d'environ 10 m^3/m^2 (2047 lb/pi^2h).

e) Type de garnissage:

Lors de nos essais, le rendement de Tri-Packs est apparu équivalent à celui des Telleretes, ce qui est normal car leurs surfaces spécifiques sont respectivement de 135 et 125 m^2m^{-3} et le volume vide est de 93% dans les deux cas. Donc, à prix égal, nous recommandons l'utilisation des Tri-Packs car ces pièces ont moins tendance à s'emboîter que les tellerettes, ce qui réduit l'effet de compaction.

7.0 SUGGESTIONS DE RECHERCHES SUPPLÉMENTAIRES

a) Netoyage du garnissage:

Tel que déjà mentionné, ce nettoyage est important pour empêcher l'augmentation de la pression statique et la diminution du débit de ventilation.

Avec un lavage à haute pression d'eau (environ 250 lb/po^2), il est possible de nettoyer correctement le garnissage jusqu'à une profondeur de 4 po à 6 po. Puisque les poussières s'accumulent au contact des premiers éléments du garnissage, ce nettoyage permet donc une regénération à peu près satisfaisante pour un garnissage d'épaisseur limitée (12 po à 15 po). On peut aussi bénéficier du fait que durant les six mois d'arrêt en hiver, les saletés sèchent et commencent déjà à s'écailler des parois du garnissage. Toutefois, c'est la technique du nettoyage qui limite l'épaisseur du garnissage et par conséquent l'efficacité du système. Nous croyons que cette technique pourrait être grandement améliorée par l'addition d'un détergent à l'eau recirculée quelques heures avant le nettoyage à haute pression.

Le détergent proposé provient d'une formulation tout récemment mise au point au CRIQ en vue de nettoyer l'intérieur des tubulures d'érablières. Il s'agit d'un détergent acide comportant un excellent pouvoir nettoyant couplé aussi à un pouvoir désinfectant. Il est efficace à basse température (10° C), son coût est comparable à celui de l'eau de Javel et il est biodégradable. Les coordonnées

du distributeur sont les suivantes:

Les Produits Agro-B inc.
115, St-Jean Baptiste ouest
Mercier (Québec)
Tél.: (418) 691-6278

b) Laveur à contre-courant:

Puisque l'air reçoit une douche à l'entrée de ce laveur, des essais devraient être menés afin de comparer le temps de colmatage avec celui du laveur à courant-croisé dans les mêmes conditions. Cet élément pourrait s'avérer un atout important en faveur du contre-courant si le colmatage était considérablement moindre. De plus, la différence de rendement entre les deux principes de fonctionnement pourra alors être déterminée plus précisément.

ANNEXE "A"

DESCRIPTION DU LAVEUR A JET AUTO-AMORCÉ

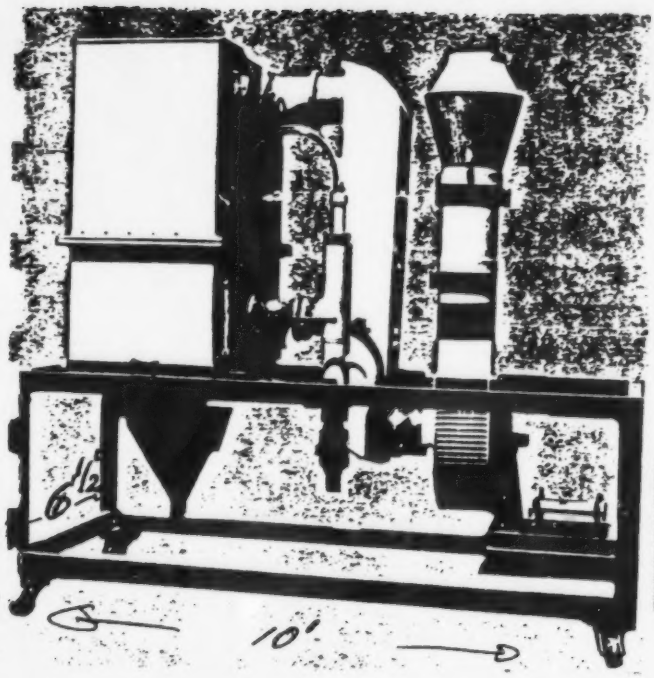
DESCRIPTION DU LAVEUR A JET AUTO-AMORCÉ

Principe de fonctionnement

Ce type de laveur utilise l'impulsion apportée par la vitesse du gaz pour former un brouillard turbulent favorisant un contact gaz-liquide le plus complet possible. En raison de son principe de fonctionnement, ce genre d'appareil s'adapte bien aux grands débits de l'ordre de ceux utilisés dans la ventilation des porcheries.

L'enlèvement des poussières s'effectue par impact et entraînement avec les gouttelettes vers la phase liquide. Le gaz vient aussi en contact avec d'infimes gouttelettes atomisées dont la dimension et la quantité sont fonction de la géométrie du laveur et du débit de gaz, mais ne sont pas vraiment contrôlables ni mesurables. L'efficacité de ces appareils est en général de 90% pour l'enlèvement des particules de 2 microns et plus.

En somme, la simplicité d'un tel appareil (aucune pièce mécanique mobile sauf le ventilateur) et son efficacité élevée ont été les motifs justifiant la mise à l'essai d'un laveur à jet auto-amorcé. Nous avons donc loué à cette fin une unité pilote de marque "Whirl Wet" à la compagnie Tri-Mer représentée par Henlex à Montréal. La figure suivante montre le schéma de fonctionnement de l'appareil.



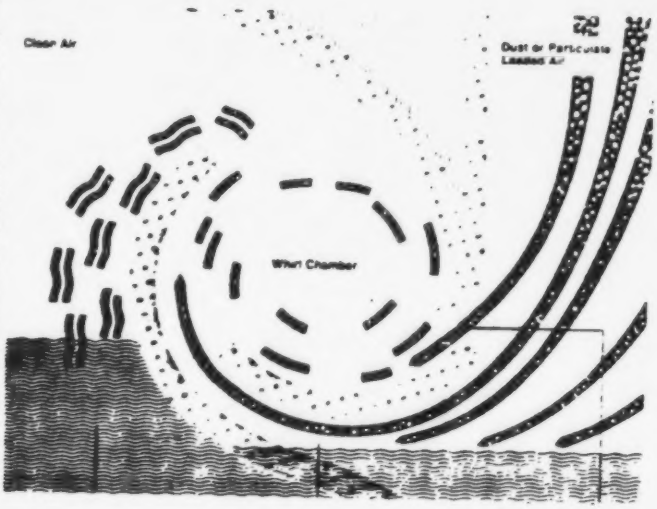
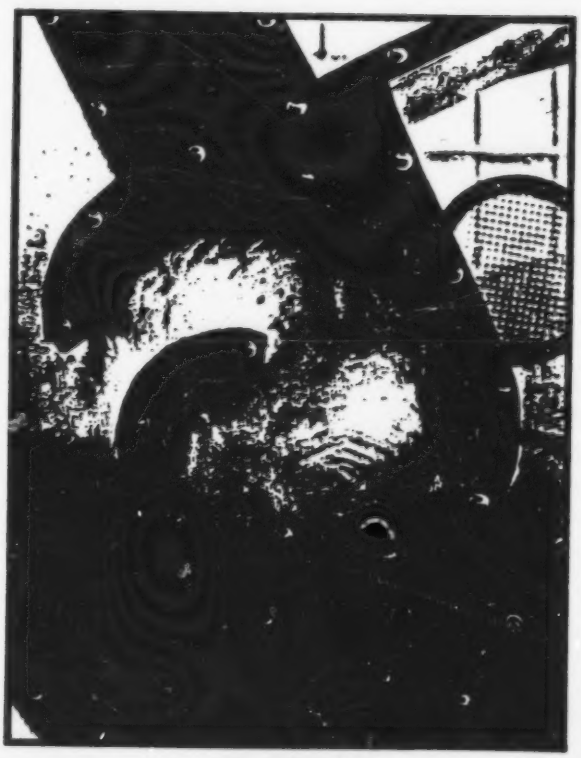


Schéma de fonctionnement du "Whirl Wet"

UNIT AT REST



UNIT OPERATIVE

ANNEXE "B"

DESCRIPTION DU LIT DE TOURBE

DESCRIPTION DU LIT DE TOURBE

Principaux critères de sélection

Le principe du lit de tourbe s'inspire des filtres en terre parfois utilisés pour purifier l'air émanant des usines de traitement des eaux usées municipales. Le lit de tourbe élimine l'hydrogène sulfureux et les mercaptans par l'action combinée des phénomènes d'absorption, d'échange ionique et de dégradation biochimique.

Le motif justifiant l'essai d'un lit de tourbe est le succès obtenu lors d'une expérience identique en Allemagne. Le principe consiste à faire diffuser l'air vicié dans une base faite de cailloux de 3 à 6 cm de diamètre au-dessus de laquelle repose un lit de tourbe d'une épaisseur de 50 cm (20 po) maintenu humide.

Construction

L'arrangement du lit de tourbe est démontré aux figures 1 et 2 ainsi que sur les photos suivantes.

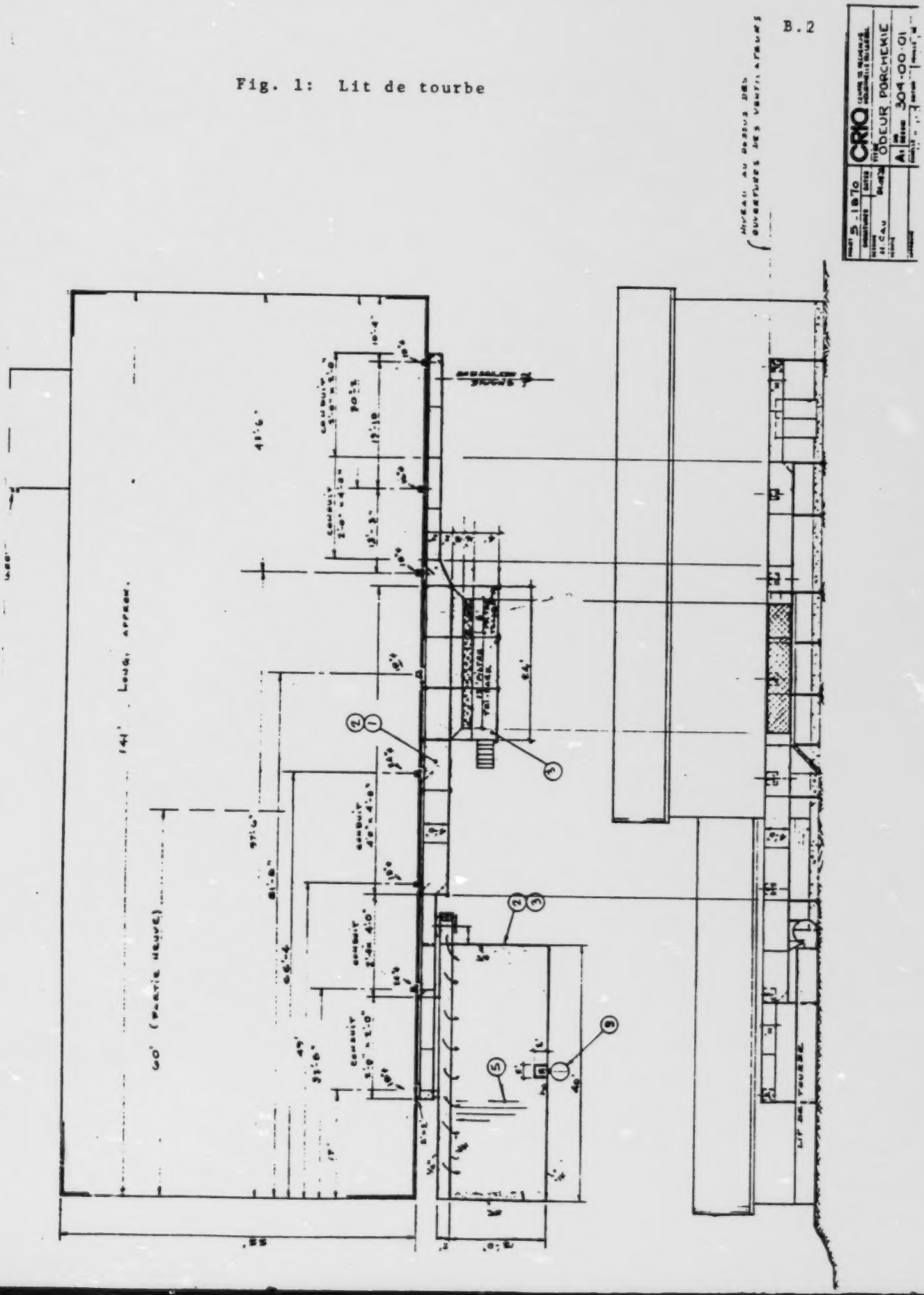
Principaux matériaux utilisés:

. poussière de pierre (1 à 2 po d'épaisseur) (pente donnée au sol: 2%);

. feuilles de polyéthylène 0,006 po (deux épaisseurs);

. tuyaux de drainage agricole ondulés et perforés, 6 po de diamètre et situés à 12 po centre à centre;

Fig. 1: Lit de tourbe



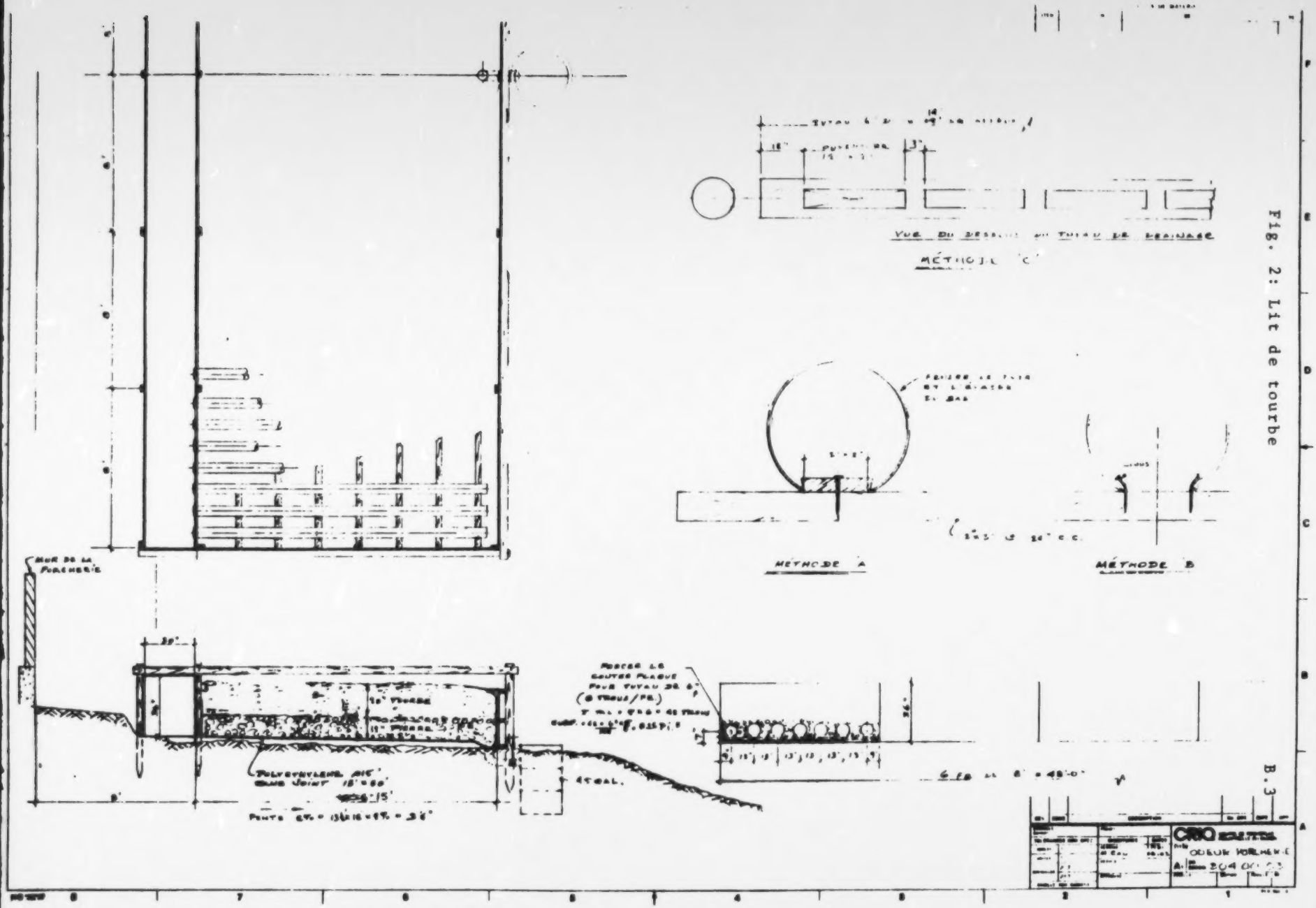
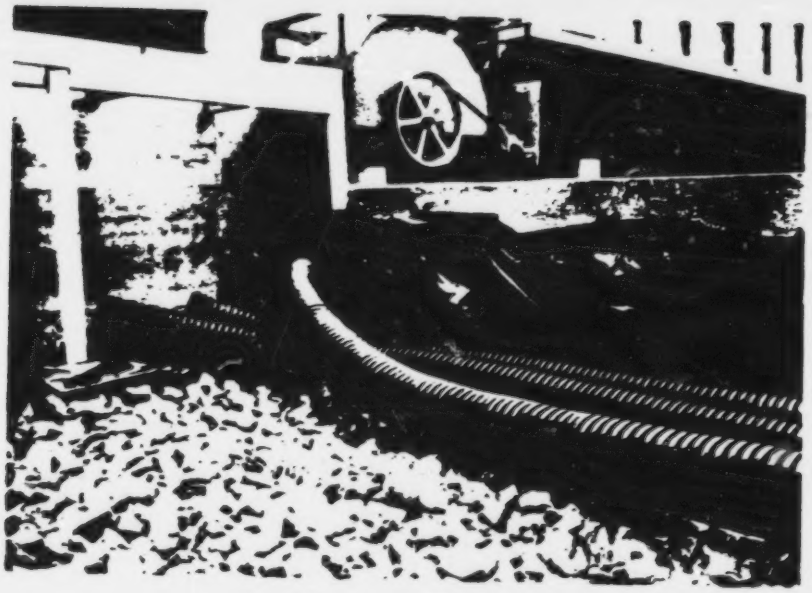
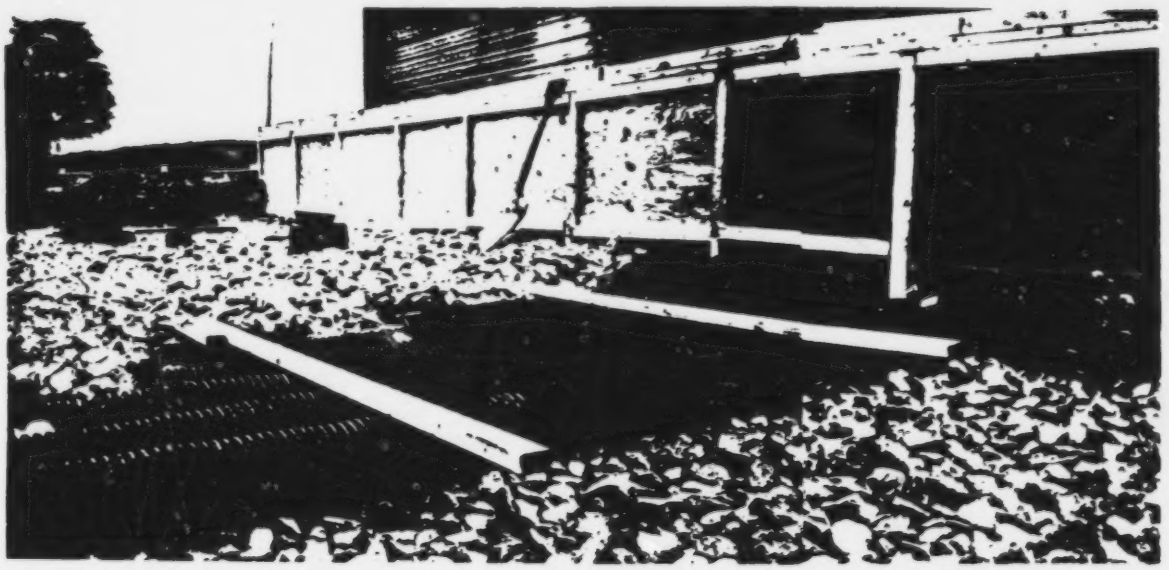


Fig. 2: Lit de tourbe

B.3





. pierre concassée 2½ po de diamètre;

. tourbe en vrac des tourbières Smith à St-Henri;

. contre-plaqué 5/16 po "Select" résistant à l'eau;

. colombages 2 po x 3 po;

. plastique à calfeutrage.

Ventilateur en cage d'écureuil de marque LAU (no FGP 27½ - 14 K) dont la capacité est de 7000 pi^3/min à une vitesse de 458 rpm et une pression statique de 1,5 po H_2O.

Moteur électrique: 3 CV.

Paramètres du système

Surface du lit de tourbe: 40 pi x 15 pi= 600 pi^2 (55,7 m^2)

Épaisseur de pierre concassée: 12 po (30,5 cm) à partir du fond

Épaisseur de tourbe: 20 po (50,8 cm)* et 12 po (30,5 cm)

Débit approximatif: 3318 pi^3/min

Vitesse de l'air dans le lit: 1,1 po/s (2,8 cm/s)

Temps de contact: 10,9 s

Débit/unité de surface: 5,53 pi^3/min.pi^3 (101 $m^3/h.m^2$)

---

* Condition initiale seulement.

ANNEXE "C"

DESCRIPTION DU LAVEUR A COLONNE GARNIE

DESCRIPTION DU LAVEUR A COLONNE GARNIE

Principaux critères de sélection

Le lavage d'air à l'aide d'une colonne garnie a été la technique la plus utilisée, surtout en Europe, pour réduire les odeurs de porcheries. La capacité de chaque unité ne dépasse généralement pas 4400 pi^3/min (7500 m^3/h) et le coût du traitement s'avère très élevé. En vue de réduire les coûts, nous avons convenu de centraliser le traitement de l'air provenant de plusieurs ventilateurs dans un laveur d'une capacité totale de 20 600 pi^3/min (35 000 m^3/h).

Étant donné la grande surface requise pour obtenir une faible vitesse à travers le garnissage, la distribution de l'eau sur un lit horizontal aurait posé des problèmes et nous avons donc initialement choisi d'utiliser le concept d'un lit vertical fonctionnant à courant-croisé eau et gaz.

De plus, il était important que la perte de pression à travers ce laveur soit minime pour que l'on puisse utiliser les ventilateurs axiaux déjà existants. A cette fin, nous avons limité l'épaisseur de garnissage à 15 po et utilisé deux types de garnissage à haute performance: les Tri-Packs et les Tellerettes qui laissent un espace vide de 93% dans le laveur et dont la surface disponible est de 132 et 125 m^2/m^3 respectivement.

Construction

Tel que démontré à la figure 1 et sur les photos ci-incluses, nous avons regroupé dans une conduite centrale les huits ventilateurs de la procherie de monsieur Bertrand Blais à St-Henri-de-Lévis.

Débit de ventilation:

. 1 x 2300 pi^3/min (16 po) = 2 300 pi^3/min
. 5 x 3300 pi^3/min (28 po) = 16 500 pi^3/min
. 2 x 4500 pi^3/min (24 po) = 9 000 pi^3/min
Total = 27 000 pi^3/min (47 200 m^3/h)

Le débit dirigé au lit de tourbe est prélevé de la conduite centrale: 7200 pi^3/min (12 200 m^3/h).

Débit net traiter dans le laveur: 20 600 pi^3/min
(35 000 m^3/h)

Principaux matériaux utilisées:

. contre-plaqué 5/16 po "Select" résistant à l'eau;
. colombages 2 po x 3 po;
. contre-plaqué 1/2 po "Select" (plate-forme d'accès aux colonnes garnies);
. colombages 2 po x 6 po;
. grillage d'acier galvanisé. Carrés de 1 po x 1 po nominal et diamètre de tige d'environ 1/16 po
. garnissage Tri-Packs en polyprolylène de type sphérique (1,75 po x 1,95 po);
. garnissage Tellerettes en polypropylène en forme de beignet (2,75 po x 1,00 po);
. tuyau de plastique ABS, 3 po de diamètre.

Capacité du réservoir d'eau: environ 160 gallons impériaux.

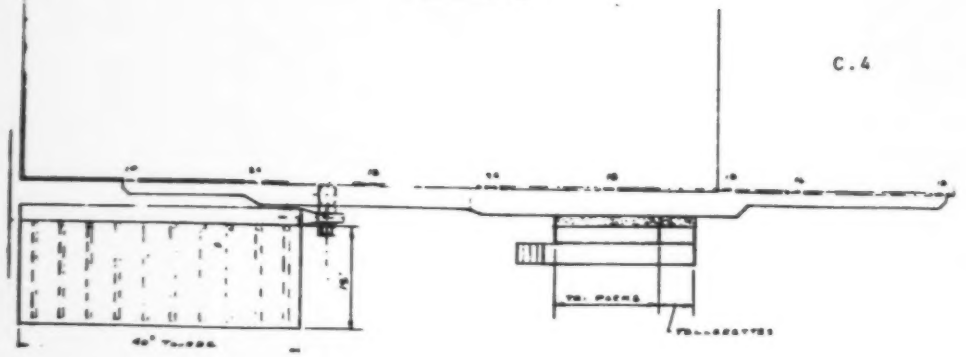
Pompe utilisée: Centrifuge à auto-amorçage;
Monarch no 15 MT, 3 po aspiration et refoulement.

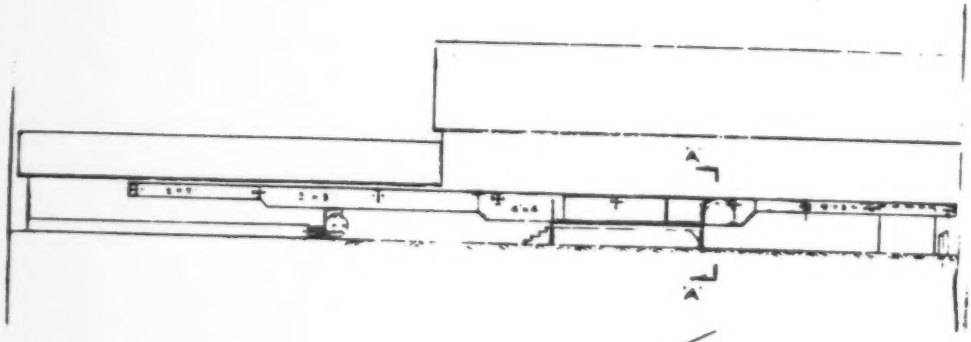
Moteur électrique: 3 CV

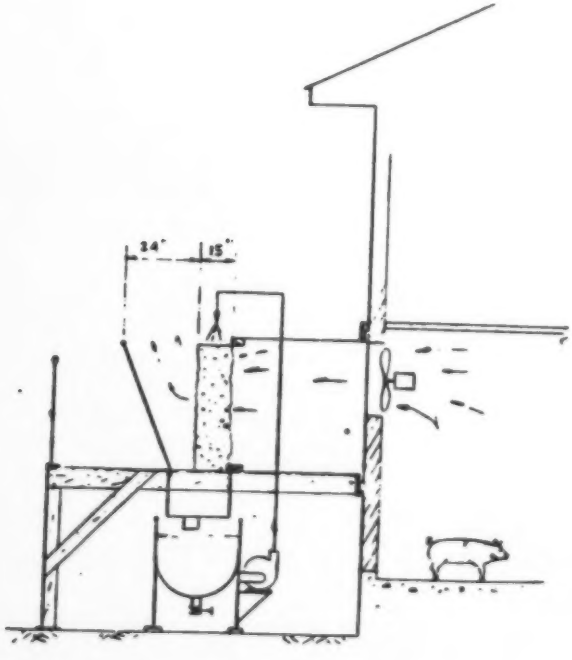
Paramètres du système

Capacité maximale du laveur:	20 600 pi^3/min
Surface totale:	88 pi^2
Vitesse de l'air dans le laveur (pi/min):	183 - 219 - 268
Temps de contact (s):	0,29 - 0,34 - 0,41
Épaisseur du garnissage:	15 po (38 cm)

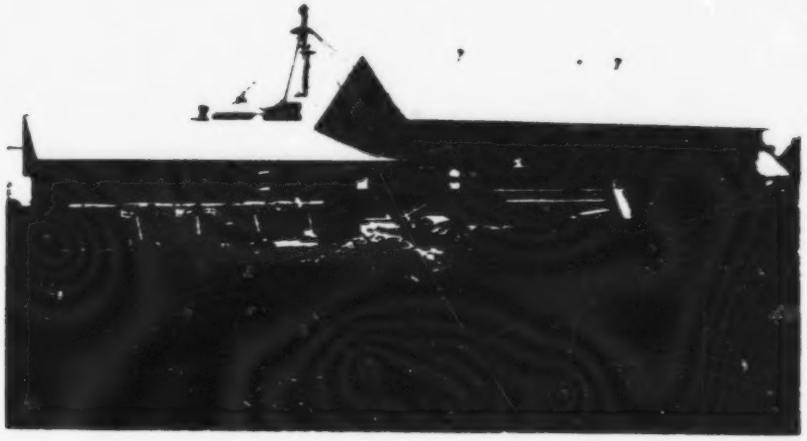
Figure 1

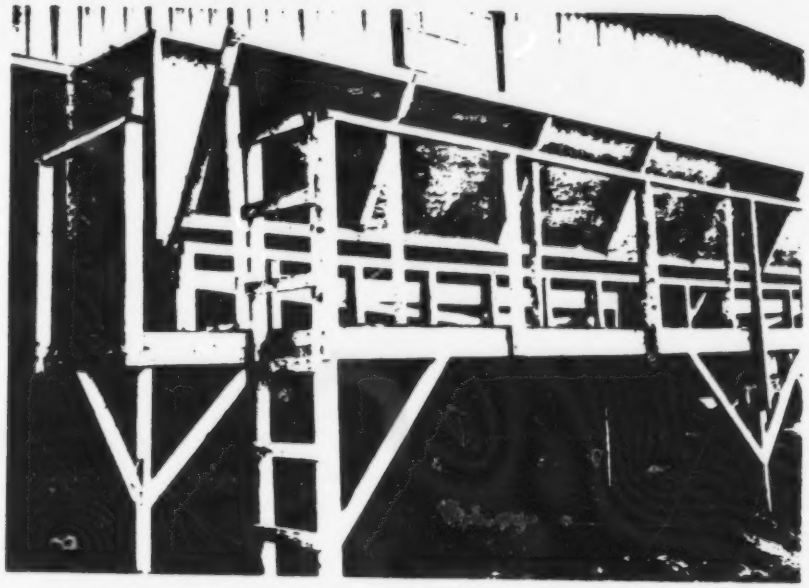






VUE A-A'



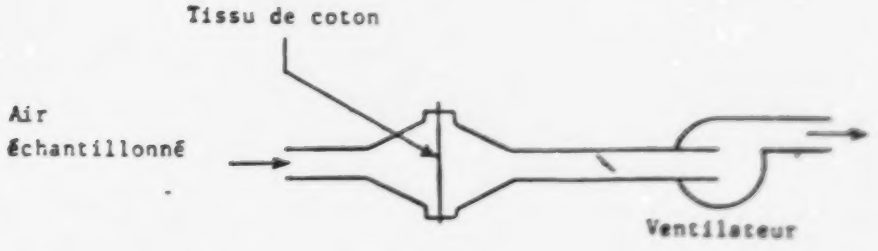


ANNEXE "D"

PROCÉDURE D'ÉCHANTILLONNAGE ET D'ÉVALUATION DE L'ODEUR

Procédure d'échantillonnage et d'évaluation de l'odeur

L'efficacité des systèmes mis à l'essai pour réduire les odeurs a été déterminée à l'aide de la technique d'absorption par un tissu mise au point par le Dr. R.J. Miner en Oregon et présentée dans le rapport d'étape no 1. Celle-ci consiste à pomper pendant 30 minutes l'air vicié (ou traité selon le cas) à travers un tissu de coton préalablement séché au four à 100° C pendant un minimum de 4 heures afin d'éliminer toute présence de matières volatiles dans le tissu. Le diamètre du tissu de coton à l'intérieur du tuyau est de 5 po et le débit du ventilateur est maintenu à 3,46 pi^3/min. On peut voir l'arrangement du système à la figure suivante et sur les photos ci-incluses. La longueur du tuyau flexible utilisé est de 80 po.



Absorption par un tissu

Le tissu ayant capté les poussières et absorbé une bonne partie des odeurs est découpé sur le champ en deux rectangles d'égale surface (4 x 8 cm). Chaque rectangle est identifié par un numéro de code à trois chiffres choisi au hasard, il est placé dans un sac de plastique et ensuite présenté à un jury de onze (11) personnes pour une évaluation organoleptique. Nous avons demandé aux individus de déterminer entre trois échantillons quel tissu comporte une odeur différente des deux autres, de chiffrer l'intensité de l'odeur perçue et d'indiquer le degré de différence entre les échantillons identiques et celui qui diffère.

Voici un spécimen du questionnaire utilisé:

EVALUATION OFFACTIVE DE L'ODEUR

(air de porcherie)

DATE:
HEURE:
NOM:

Parmi ces trois échantillons, deux sont identiques, le troisième est différent.

1. Indiquer celui qui est différent:

   Code: 422
   296
   981

2. A partir de l'échelle suivante, chiffrer l'intensité de l'odeur:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aucune		Légère		Modérée		Forte		Extrême

   Le tissu différent: _____
   Les deux autres: _____

3. Indiquer le degré de différence entre les échantillons identiques et celui qui diffère:

   Légère: _____
   Modérée: _____
   Sensible: _____
   Extrême: _____

Un exemple de compilation des résultats obtenus est présenté au Tableau I.

Le tissu ayant capté les poussières et absorbé une bonne partie des odeurs est découpé sur le champ en deux rectangles d'égale surface (4 x 8 cm). Chaque rectangle est identifié par un numéro de code à trois chiffres choisi au hasard, il est placé dans un sac de plastique et ensuite présenté à un jury de onze (11) personnes pour une évaluation organoleptique. Nous avons demandé aux individus de déterminer entre trois échantillons quel tissu comporte une odeur différente des deux autres, de chiffrer l'intensité de l'odeur perçue et d'indiquer le degré de différence entre les échantillons identiques et celui qui diffère.

Voici un spécimen du questionnaire utilisé:

EVALUATION OFFACTIVE DE L'ODEUR

(air de porcherie)

DATE:
HEURE:
NOM:

Parmi ces trois échantillons, deux sont identiques, le troisième est différent.

1. Indiquer celui qui est différent:

Code: 422
296
981

2. A partir de l'échelle suivante, chiffrer l'intensité de l'odeur:

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Aucune Légère Modérée Forte Extrême

Le tissu différent: _____

Les deux autres: _____

3. Indiquer le degré de différence entre les échantillons identiques et celui qui diffère:

Légère: _____

Modérée: _____

Sensible: _____

Extrême: _____

Un exemple de compilation des résultats obtenus est présenté au Tableau I.

TABLEAU I

~~EXEMPLE DE COMPILATION~~ DES RÉSULTATS

RESULTATS DE L'EVALUATION OLFACTIVE DE L'ODEUR

Date: 81-08-27

EVALUATION: 81-08-31

Essai triangulaire

No de code	Description
865	Air Vicié (Centre)
191	Tri-Packs (Position #3) au milieu
748	Tri-Packs " " "

Nombre de juges ayant évalué les échantillons : 11

Nombre de juges ayant trouvé celui qui est différent: 9

L'essai est significatif: oui

Au seuil de : 0.1 %

Evaluation du degré de différence

	Nombre de juges	Valeur		
Légère	3	x (1)	=	3
Modérée	2	x (2)	=	4
Sensible	2	x (3)	=	6
Extrême	2	x (4)	=	8
		Total :		21

Moyenne (vs nbre de juges): 2.33 *

*C'est le degré de différence dont la valeur est entre 1 et 4.

Evaluation de l'intensité (selon l'échelle 1 à 9)

JUGES	LE TISSU DIFFERENT (A)	LES DEUX AUTRES (B)	DIFFERENCE (d)
1	3	2	1
2	6	2	4
3	6	4	2
4	8	3	5
5 (F)			
6 (F)			
7	8	4	4
8	7	5	2
9	8	5	3
10	5	3	2
11	5	3	2
TOTAL	56	31	25
MOYENNE	6.22	3.44	2.78

Sélection du jury

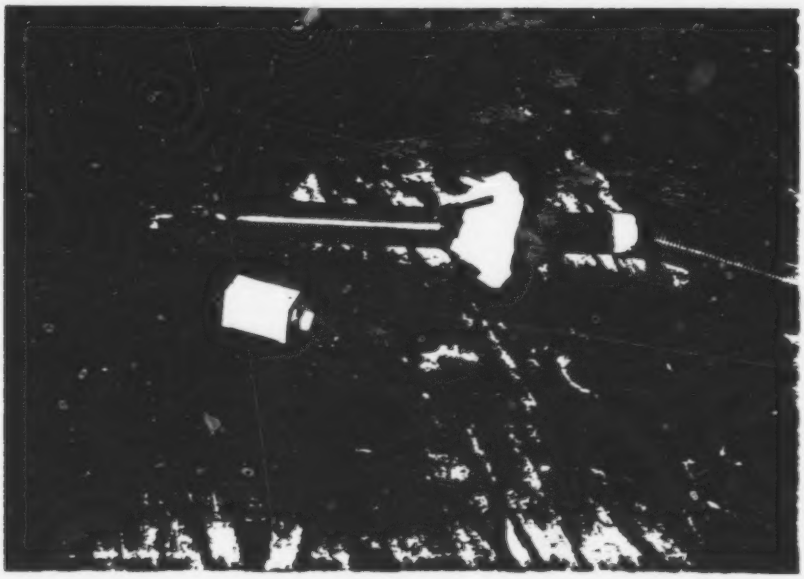
Étant donné que les odeurs de porcheries sont faciles à identifier, un entraînement spécial des membres du jury n'a pas été jugé nécessaire. Toutefois, ceux-ci ont été choisis selon des critères de bonne santé (pas de grippe) et de disponibilité afin qu'un minimum de huit individus soient présents en tout temps et que les tissus ne demeurent pas plus d'une nuit dans le sac avant d'être évalués.

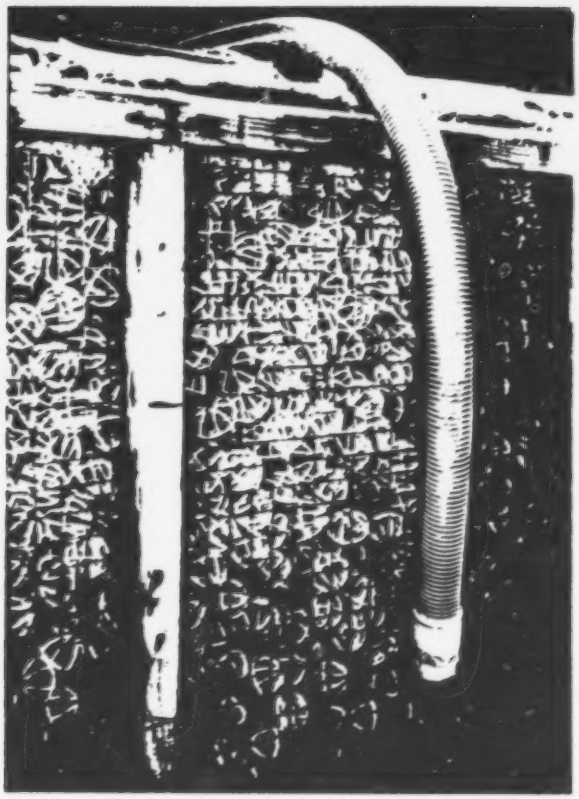
Fiabilité des résultats

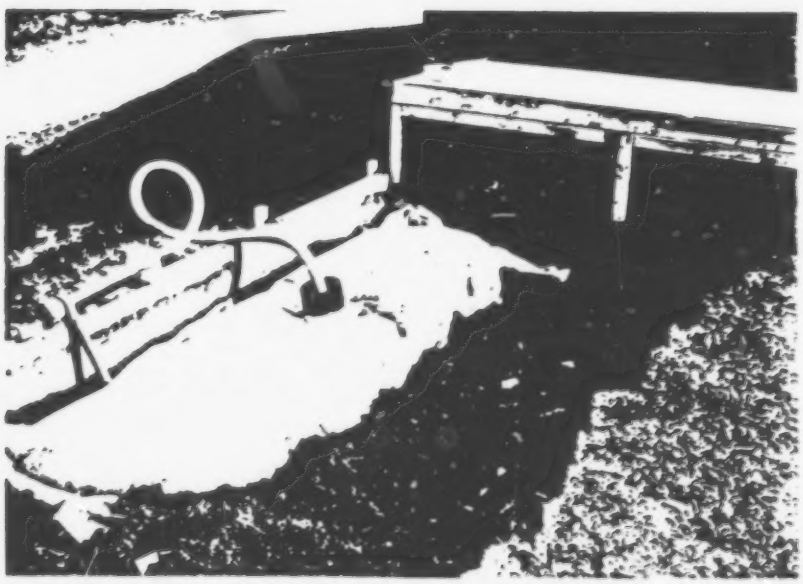
L'élaboratoin de la procédure ainsi que l'analyse des résultats ont été tirées de la publication intitulée "Méthodes d'appréciation sensorielle des aliments en laboratoire", E. Larmond, ministètre de l'Agriculture du Canada, publication 1637, 1979.

Pour l'essai triangulaire (voir la question no 1 du spécimen), le nombre de juges ayant identifié l'échantillon différent par rapport au nombre total de juges ayant évalué les échantillons, nous permet de connaître le seuil de signification et donc de déterminer si les deux échantillons évalués sont statistiquement différents.

La question no 3 (voir le spécimen) demande d'évaluer l'intensité de l'odeur selon l'échelle hédonique en neuf points. Ensuite, les notes moyennes obtenues pour chacun des deux échantillons sont utilisées pour calculer le pourcentage de réduction d'odeur.

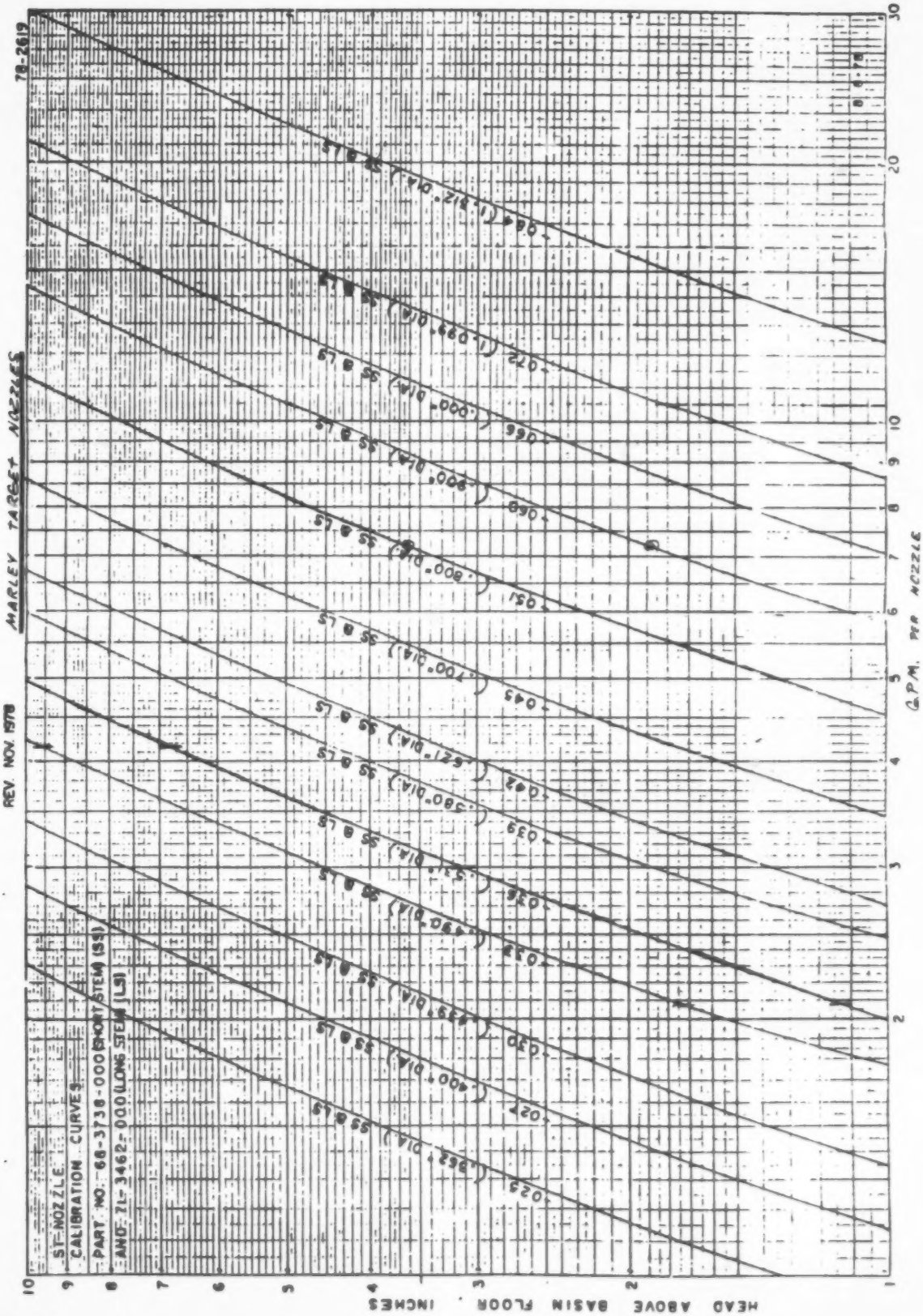






ANNEXE "E"

COURBES DE PERFORMANCES DES GICLEURS A CIBLE


MARLEY TARGET NOZZLES
REV. NOV. 1978
78-2619
SS NOZZLE
CALIBRATION CURVES
PART NO. 66-3738-000 (SHORT STEM) (SS)
AND 71-3462-000 (LONG STEM) (LS)
HEAD ABOVE BASIN FLOOR, INCHES
G.P.M. PER NOZZLE
.051 (.800" DIA.) SS & LS
.045 (.700" DIA.) SS & LS
.042 (.521" DIA.) SS & LS
.039 (.380" DIA.) SS & LS
.036 (.312" DIA.) SS & LS
.033 (.290" DIA.) SS & LS
.030 (.235" DIA.) SS & LS
.027 (.400" DIA.) SS & LS
.023 (.362" DIA.) SS & LS

ON NOURRIT DE
GRANDS
projets

Gouvernement du Québec
**Ministère de l'Agriculture,
des Pêcheries et de l'Alimentation**

88-0128